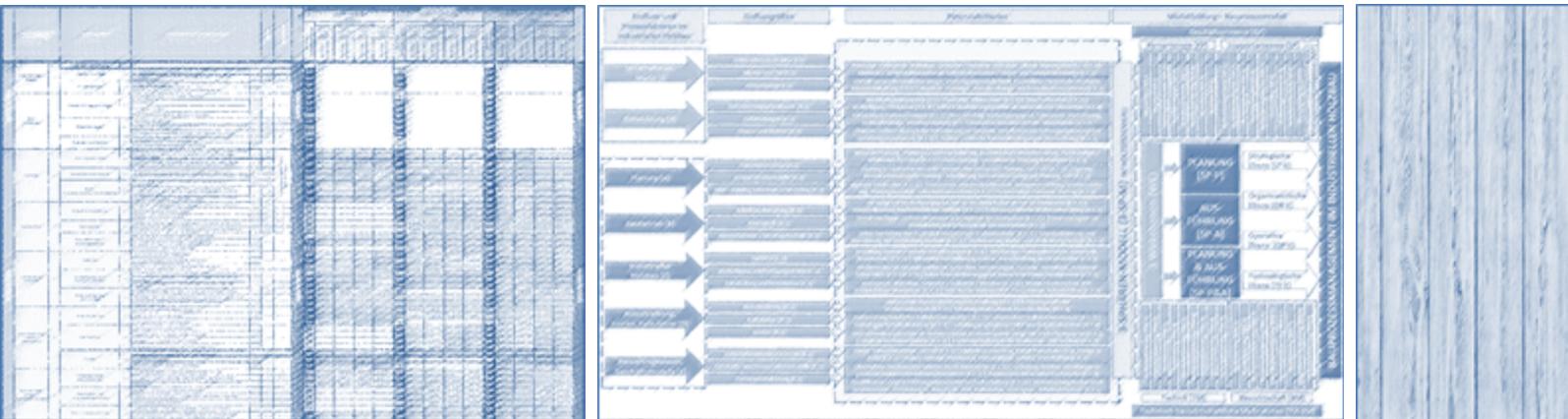


schriftenreihe

Heft 39



Bauprozessmanagement im Industriellen Holzbau

Ableitung eines Bauprozessmodells zur
Prozess- und Bauablaufoptimierung im Holzsystembau

Jörg Koppelhuber, Dipl.-Ing. Dr.techn.

Jörg Koppelhuber

Bauprozessmanagement im Industriellen Holzbau
Ableitung eines Bauprozessmodells
zur Prozess- und Bauablaufoptimierung im Holzsystembau

**Schriftenreihe des Instituts für Baubetrieb und Bauwirtschaft
der Technischen Universität Graz**

Heft 39

Bauprozessmanagement im Industriellen Holzbau

**Ableitung eines Bauprozessmodells
zur Prozess- und Bauablaufoptimierung im Holzsystembau**

von
Jörg Koppelhuber

herausgegeben vom
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Graz

Verlag der Technischen Universität Graz

Graz 2019

Die vorliegende Dissertation wurde im Dezember 2018 der Fakultät für Bauingenieurwesen der TU Graz zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der technischen Wissenschaften (Dr.techn.) vorgelegt und angenommen.

AUTOR

Dipl.-Ing. Dr.techn. Jörg Koppelhuber

BEGUTACHTER

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Motzko

HERAUSGEBER

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Technische Universität Graz

Lessingstraße 25/II

8010 Graz

Telefon +43 (0) 316 / 873 6251

E-Mail sekretariat.bbw@tugraz.at

Web www.bbw.tugraz.at

© Graz 2019, Verlag der Technischen Universität Graz
www.tugraz-verlag.at

ISBN print 978-3-85125-579-9

ISBN e-book 978-3-85125-703-8

DOI 10.3217/978-3-85125-579-9



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://www.dnb.de> abrufbar.

„In der Industrialisierung des Bauwesens sehe ich das Kernproblem des Bauens unserer Zeit. Gelingt es uns, diese Industrialisierung durchzuführen dann werden sich die sozialen, wirtschaftlichen, technischen und auch künstlerischen Fragen leicht lösen lassen.“

Mies van der Rohe – 1924

*für Daniela,
die mich bei meinen Ideen und Vorhaben immer unterstützt und fördert.
Durch ihr Interesse und Einfühlungsvermögen sowie
durch ihre Gelassenheit und Fürsorge konnte
ich die Herausforderung des Forschens annehmen.*

*für Anton und Silvan,
die mich jeden Tag aufs Neue bereichern und glücklich machen.
Durch sie wird wahrer Forscher- und Entdeckergeist sichtbar.*

*für meine Eltern,
die das Interesse am Bauen in mir geweckt haben.
Durch sie wurde meine Neugierde und die
Begeisterung Neues zu erfahren stets gefördert.*

*für meine Brüder,
die für mich immer ein Vorbild waren und mich stets bestärken.
Durch sie wurde meine Leidenschaft für den Holzbau entfacht.*

Vorwort

Die vorliegende Dissertation von Jörg Koppelhuber widmet sich dem ältesten Baustoff der Menschheit, dem Holz. Auch wenn das nach einem großen Erfahrungsschatz in Bezug auf den Werkstoff klingen mag, so ist der „moderne Holzbau“ in einer „Dimension“ am Markt aktiv. Der industrielle Holzbau, mit seinen vorgefertigten Hybridwerkstoffen, erfährt in den vergangenen Jahren einen Aufschwung, dem in der Wissenschaft, speziell im Baubetrieb, noch nicht Rechnung getragen wird.

Die vorliegende Dissertation stellt eine Grundlagenarbeit dar, wie sie auch zu Beginn des Massivbaus in den 70er Jahren notwendig war.

Herr Koppelhuber brachte dazu seine praktischen Erfahrungen aus der Industrie ein, um ein Werk zu schaffen, das sich den elementaren Grundlagen des Holzbaus im Baubetrieb widmet.

Daher wird zunächst das Bauprozessmanagement umfassend beschrieben, da in den nachfolgenden Kapiteln in den untersuchten Bereichen der Planung, Ausschreibung und Kalkulation aus Sicht des Holzbaus besonderes Augenmerk geschenkt wird.

Moderner Holzbau wird aufgrund eines hohen Vorfertigungsgrades unweigerlich mit dem Thema des industriellen Bauens in Verbindung gebracht. Die Merkmale des industriellen Bauens, aber auch die Anforderungen an Planung und Systeme spielen auch im Holzbau eine bedeutende Rolle. Herr Koppelhuber schafft in seinen Ausführungen nicht nur einen Überblick, sondern sieht hier das wesentliche Element für das wirtschaftliche Umsetzen mit Holz.

Um ein entsprechendes Prozessmodell für den Holzsystembau zu entwickeln, hat sich Herr Koppelhuber eingehend mit den Grundlagen des industriellen Holzbaus mit Hilfe umfangreicher baubetrieblicher Bestandsaufnahmen vertraut gemacht. Aus den empirischen Untersuchungen resultierten nicht nur Erkenntnisse in der Unternehmensleitung, sondern diese reichten bis hin zu Aufwandswerten für einige Holzbauelemente, was die vorliegende Arbeit besonders wertvoll macht.

Kern der vorliegenden Arbeit ist das neu entwickelte Bauprozessmodell des Holzsystembaus. Hierin werden die zuvor dargestellten Attribute wie Planung, Baubetrieb auf der Baustelle, industrielles Bauen mit dem Schwerpunkt Holz, Ausschreibung, Kosten und Kalkulation sowie Qualifikation des Personals im Detail untersucht. Aus diesen einzelnen Attributen wurden von Herrn Koppelhuber Optimierungsmöglichkeiten für den Holzsystembau herauskristallisiert, um ein Bauprozessmodell des Holzsystembaus zu entwickeln.

Dieses neu entwickelte Modell soll Anwendern in der Branche die Möglichkeit geben, das eigene Unternehmen nach den Überlegungen des Dissertanten zu analysieren, Potenzial zu entwickeln und Geschäftsmodelle zu optimieren.

Die vorliegende Dissertation von Jörg Koppelhuber ist das Ergebnis einer intensiven Auseinandersetzung mit dem „modernen“ Holzbau und der Implementierung längst überfälliger baubetriebswissenschaftlicher Überlegungen. Die etablierte Struktur der Branche und der derzeit boomende Markt werden sicherlich dazu führen, dass die Arbeit ihren wahren Wert erst in einer Phase der Stagnation und Konsolidierung zeigt.

Ich persönlich danke Herrn Koppelhuber für spannende Jahre am Institut. Er hat das Institut durch sein Wissen im Bereich des Werkstoffes Holz bereichert, zahlreiche interessante Masterarbeiten betreut, unzählige Projekte angeschoben und die Veranstaltung „Holzbau trifft Bauwirtschaft“ ins Leben gerufen.

Unüblich für einen Dissertanten ist sicherlich die Normungsarbeit. In diesem Feld konnte Herr Koppelhuber wesentlich bei der Neuauflage der Standardisierten Leistungsbeschreibung Holzbau LBH LG 36 mitwirken und sein Wissen in die ebenfalls neu erschienene ÖNORM B 2215 Holzbauarbeiten einfließen lassen.

Die Arbeit fügt sich hervorragend in das wissenschaftliche Profil des Instituts für Baubetrieb an der TU Graz ein und gibt zugleich wichtige Impulse für die weitere Forschung.

Ich danke dem Verfasser, Herrn Jörg Koppelhuber für die wertvolle Dissertation und sein bemerkenswertes Engagement am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft.

Graz, im August 2019

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Vorwort des Verfassers

Diese wissenschaftliche Arbeit ist im Zuge meiner Tätigkeit als Universitätsassistent am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Graz zwischen dem Jahr 2012 und 2018 entstanden. Im Zuge von Recherchen zu Beginn dieser Tätigkeit wurde rasch ersichtlich, dass das Thema Baubetrieb und Bauwirtschaft im Holzbau bisher kaum beforscht wurde. Aufgrund meiner persönlichen mehrjährigen Erfahrung im Holzbau – welche ich im Zuge meiner Tätigkeit als Projektleiter für internationale Großprojekte im Holzbau, bei einem stark auf den internationalen Markt fokussierten renommierten österreichischen Holzbauunternehmen gewinnen konnte – wurde durch die Überlappung praxisnaher Kenntnisse und theoretischen Grundlagen rasch klar, dass dieses weite Feld eines enormen Aufholbedarfs im wissenschaftlichen Sinne bedarf. Daher wurde von mir begonnen, dieses Wissen systematisch zu generieren und das Thema Bauwirtschaft im Holzbau sequenziell und in den unterschiedlichsten Bereichen intensiv zu untersuchen. Zahlreiche öffentlich geförderte, aber auch private bzw. von Holzbauunternehmen finanzierte Forschungsprojekte, Veröffentlichungen, Präsentationen sowie Forschungsarbeiten von Studierenden konnten in diesen sechs Jahren am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft die Grundlage für diese wissenschaftliche Arbeit liefern. Sie bilden demnach die Basis und Ausgangslage für jegliche weitere Untersuchung im Überschneidungsbereich Holzbau und Bauwirtschaft, welcher ein großes, teilweise noch gänzlich unbekanntes Terrain für viele Baubetriebler darstellt. Dennoch ist es aufgrund des außerordentlichen Wachstum des Holzbaus an der Zeit, sich fokussiert und im Detail mit den Grundlagen des Baubetriebs und der Bauwirtschaft speziell im Holzbau auseinanderzusetzen, um die Basis für weitere Betrachtungen zu bilden und Forschungsvorhaben zu initiieren.

Aufgrund der Kompetenz und praktischen Erfahrung am Institut in baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Hinsicht sowie darüber hinaus war es mir möglich, auf fundiertes Wissen, welches über die Jahre vor allem für den allgemeinen Hoch- und Tiefbau erarbeitet wurde, zurückzugreifen und daraus die Spezialitäten für den Holzbau zu filtern. An dieser Stelle möchte ich daher all jenen meinen Dank aussprechen, welche mich während der Bearbeitung meiner Dissertation begleitet und mental unterstützt haben, die mir Mut und Kraft gegeben haben, mich der Forschung hinzugeben und ein neues Forschungsfeld aufzubauen. Durch die Offenheit meiner Kolleginnen und Kollegen am Institut sowie vor allem durch die Förderung der Professoren wurde mir die Möglichkeit gegeben, dieses gänzlich neue Forschungsfeld aufzubauen, auszuweiten und auch publik zu machen. Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck, der mich von Beginn an am Institut in meinen Ideen tatkräftig unterstützt und mir durch sein Engagement die Möglichkeit gegeben hat, ein völlig neues Forschungsgebiet am Institut aufzubauen und das bis dahin unbekanntes Feld des Holzbau in Kombination mit der

Bauwirtschaft zu betrachten. Durch seine Offenheit, sein Interesse und Vertrauen mir sowie dem Holzbau gegenüber konnte ich gemeinsam mit eigenen Mitarbeitern sowie zahlreichen Studierenden Themen in einem Überschneidungsbereich bearbeiten, welche bis dato wenig Raum in der Forschung bekamen. Hierfür möchte ich ihm große Anerkennung und Respekt aussprechen.

Ebenso möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Motzko, dem Geschäftsführenden Direktor des Instituts für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Darmstadt für die Übernahme der Zweitbegutachtung und seine unmittelbare Unterstützung bedanken.

Herrn Institutsvorstand Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler möchte ich für seine stetige Unterstützung sowie seinen Forschergeist danken, da er diesen gemäß seinem Grundsatz der 7F-Prinzipien auf uns Nachwuchsforscher übertragen konnte.

Bedanken möchte ich mich auch bei all meinen studentischen Mitarbeitern, welche großes Interesse in diesem Forschungsfeld gezeigt und mich über die Jahre hinweg in den unterschiedlichen Forschungsprojekten intensiv begleitet und tatkräftig unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt all meinen Kolleginnen und Kollegen am Institut, mit welchen sich durch die intensive Zusammenarbeit sowohl in der Lehre als auch bei all unseren Veranstaltungen, social events und Forschungsaufenthalten im Ausland eine enge Freundschaft entwickelt hat. Sie alle haben meine Zeit am Institut außergewöhnlich bereichert.

Besonderen Dank möchte ich zahlreichen Vertretern, Mitarbeitern und Freunden aus der Holzbranche aussprechen, da sie durch ihre positiven Rückmeldungen meine bauwirtschaftliche Forschung unterstützen.

Der größte Dank gilt meiner Familie, die mich immer mit großem Selbstverständnis und Aufopferung in all den Jahren begleitet hat. Ihnen ist im Speziellen diese Dissertation gewidmet.

Graz, im August 2019

Dipl.-Ing. Dr.techn. Jörg Koppelhuber

Kurzfassung

Der Holzbau erlangt im Bauwesen eine stetig wachsende Bedeutung, was sich durch weitgespannte Konstruktionen und großvolumige Wohn-, Büro- und Kommunalbauten zeigt. Technische Entwicklungen auf Produktebene und in den Produktionsprozessen in den letzten Jahrzehnten fördern diese positive Entwicklung. Die Bauvorhaben gewinnen auch im Holzbau an Größe und Komplexität, was durch hohe technische Anforderungen und umfassende Rahmenbedingungen Auswirkungen auf die Planungs- und Bauprozesse der Unternehmen bedingt. Daher ist erforderlich, die zugrunde liegenden unternehmerischen Strukturen der Branche zu betrachten, um daraus Erkenntnisse für eine Ablaufoptimierung der Planungs- und Bauprozesse zu gewinnen.

Dieses Forschungsvorhaben spannt den Bogen im Holzsystembau basierend auf den technischen Produktentwicklungen und den produktions-spezifischen Entwicklungsprozessen unter Einbeziehung betriebswirtschaftlicher Rahmenbedingungen. Die Kombination technischer Gegebenheiten mit baubetrieblichen Abläufen und bauwirtschaftlichen Parametern erlaubt es, eine Gesamtsicht im Holzsystembau zu erlangen, welche eine Entwicklung von Produktionssystemen hin zu Bauprozessen unterstützt.

Aufbauend auf den Grundsätzen des Bauprozessmanagements werden der Bereich der Planung, der Ausschreibung und Kalkulation, des Baubetriebs sowie der Geschäfts- und Unternehmensmodelle grundlegend betrachtet, sowie die Spezifika des Holzbau hierbei analysiert. Dies bildet den Ausgangspunkt für die Untersuchung des Holzsystembaus in bauwirtschaftlicher Hinsicht, da unter Einbeziehung der Grundsätze und Erfolgsfaktoren des Industriellen Bauens eine weitreichende Entwicklung im Holzsystembau prognostiziert wird. Durch eine extensive empirische Untersuchung der hierfür maßgeblichen Einfluss- und Prozessfaktoren kann das bestehende Potenzial in den baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Rubriken des Holzbaus erhoben, sowie die Potenzialkriterien gewichtet und bewertet werden, um darauf aufbauend eine Modellbildung vorzunehmen.

Das Ergebnis ist ein Bauprozessmodell, welches auf den drei Wirkebenen – Planung, Ausführung sowie Planung & Ausführung – die Auswirkungen im Bereich der Einflussfaktoren und die Handlungsbedarfe in den abgeleiteten Prozessfaktoren für die vier Ebenen des Bauprozessmanagements – strategische, organisatorische, operative und technologische Ebene – in einem zeitlichen Horizont darlegt. Dieses 3-Sphären-Modell erlaubt es bei erfolgreicher Implementierung eine Prozess- und Bauablaufoptimierung zu erreichen und damit das vorhandene Potenzial des Holzsystembaus zu nutzen.

Abstract

Timber construction is becoming increasingly important in the construction industry, as evidenced by wide-span structures and large-volume residential, office and communal buildings. Innovations in product development and production processes achieved in the past few decades are responsible for this development and further for reaching advancement is predicted. As projects gain in size and complexity, high technical requirements and comprehensive framework conditions fundamentally impacts the planning and construction processes. Therefore, it is necessary to consider the underlying entrepreneurial structures of the industry in order to gain awareness for the process optimization of the planning and construction sequences.

This research spans the gap in timber system construction based on the technical product developments and the production-specific evolution in the processes, taking into account the general economic conditions. And analysis of technical conditions, processes related to construction management, and parameters connected to building economics allows a comprehensive understanding of timber system construction. This supports the development of production systems towards construction processes.

Based on the principles of building process management, the area of planning, tendering and costing, construction management, business and enterprise models are examined and the specifics of timber system construction are analyzed. This forms the starting point for the investigation of timber system construction in terms of building economic aspects. An extensive empirical study of relevant influencing and process factors uncovers the existing potentials in the areas of construction management and building economics within timber construction. Additionally the potential criteria can be evaluated in order to generate a building process model for timber system construction.

The result is a building process model that outlines the effects on the three levels of impact – planning, execution and planning & execution – and the need for action in the course of the derived process factors for the four levels of building process management. This 3-sphere-model allows an implementation to achieve process and construction optimization and thus to exploit the existing potential of timber system construction.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	1
1.1	Ausgangssituation und Hintergrund.....	3
1.2	Wissenschaftliche Einordnung	5
1.3	Problemstellung	7
1.4	Zielsetzung	9
1.5	Forschungsfrage	10
1.6	Forschungsmethodik.....	12
1.7	Abgrenzung	17
2	Grundlagen des Bauprozessmanagements	18
2.1	Grundsätze des Bauprozessmanagements	21
2.1.1	Thematische Einordnung	21
2.1.2	Begriffliche Abgrenzung	23
2.1.3	Erfolgs- und Einflussfaktoren im Bauprozessmanagement	37
2.1.4	Anwendbarkeit und Umsetzung des Bauprozessmanagements	46
2.1.5	Auswirkungen und Nutzen des Bauprozessmanagements	48
2.2	Planung als Teil des Bauprozessmanagements	52
2.2.1	Normative Grundlagen und Begriffsdefinitionen	53
2.2.2	Planungsprozesse und Regelwerke	55
2.2.3	Am Planungsprozess Beteiligte und Kooperationsmodelle	61
2.2.4	Planungsphasen im Bauwesen	64
2.2.5	Integrale Planung und Building Information Modeling	67
2.3	Ausschreibung und Kalkulation als Teil des Bauprozessmanagements	71
2.3.1	Grundlagen zu Ausschreibung und Vergabe	72
2.3.2	Leistungsbeschreibung im Bauwesen	76
2.3.3	Grundlagen und Aufbau der Baukalkulation	79
2.4	Baubetrieb und Ausführung als Teil des Bauprozessmanagements	86
2.4.1	Allgemeine Grundlagen zum Baubetrieb	86
2.4.2	Arbeitsvorbereitung im Bauwesen	89
2.4.3	Ablaufplanung und Logistik als Teil des Bauprozessmanagements	95
2.4.4	Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik.....	98
2.5	Geschäfts- und Unternehmensmodelle als Teil des Bauprozessmanagements	101
2.5.1	Organisationsstrukturen im Bauwesen	101
2.5.2	Unternehmenseinsatzformen und Kooperationsmodelle.....	104
2.5.3	Geschäftsmodelle im Bauwesen	108
3	Grundlagen des Industriellen Bauens	114
3.1	Grundsätze des Industriellen Bauens	116
3.1.1	Industrialisierung im Bauwesen – geschichtlicher Abriss	116
3.1.2	Grundlagen und Begriffe des Industriellen Bauens	126
3.2	Erfolgsfaktor Industrielles Bauen.....	137
3.2.1	Potenzial Industrielles Bauen	137
3.2.2	Vorteile des Industriellen Bauens	145
3.2.3	Nachteile des Industriellen Bauens	148
3.3	Kennzeichen des Industriellen Bauens.....	151
3.3.1	System, Systembau und Bausystem	151
3.3.2	Gegenüberstellung industrielle Produktion und Industrielles Bauen.....	153
3.3.3	Normung und Regelwerke im Industriellen Bauen	156
3.4	Merkmale des Industriellen Bauens – Ordnung, Systeme, Bauweisen und Maßordnung.....	162

3.4.1	Ordnung	162
3.4.2	System – offen und geschlossen	162
3.4.3	Maßordnung	165
3.4.4	Maßabweichungen und Toleranzen	170
3.4.5	Bauweisen und deren Elementierungsprinzipien	174
3.4.6	Vorfertigung und Modularisierung	177
3.4.7	Technologien und Anwendungsbereiche des Industriellen Bauens	181
3.5	Grundsätze zu Lean Construction	184
3.5.1	Lean Management und Lean Production allgemein	184
3.5.2	Grundsätze von Lean Construction	187
3.5.3	Erfolgsfaktor Lean Construction	194
3.5.4	Anwendbarkeit und Umsetzung von Lean Construction	199
4	Grundlagen und baubetriebliche Bestandsaufnahme des Industriellen Holzbaus	204
4.1	Grundsätze des Industriellen Holzbaus	205
4.1.1	Begriffe des Industriellen Holzbaus	205
4.1.2	Geschichtliche Entwicklung des Holzsystembaus	210
4.1.3	Bausysteme im Holzbau	212
4.1.4	Industrialisierung im Holzbau	243
4.1.5	Standardisierung, Rationalisierung, Vorfertigung und Modularität im Holzbau	247
4.2	Ausgangslage im Holzbau	252
4.2.1	Organisationsstrukturen im Holzbau	253
4.2.2	Unternehmenslandschaft im Holzbau	257
4.2.3	Märkte im Holzbau	263
4.2.4	Geschäftsmodelle im Holzbau	265
4.2.5	Holzbauanteil am Baumarkt	271
4.2.6	Holzbau – Herausforderungen und Hemmnisse	277
4.3	Planung im Holzbau	282
4.3.1	Entwicklungen und Status quo in der Holzbauplanung	282
4.3.2	Planungsprozesse und Planungsphasen im Holzbau	289
4.3.3	Schnittstellen und Leistungsbild in der Holzbauplanung	294
4.3.4	Integraler Planungsprozess und Building Information Modeling im Industriellen Holzbau	301
4.4	Ausschreibung und Kalkulation im Holzbau	309
4.4.1	Leistungsumfang und Ausschreibung im Holzbau	310
4.4.2	Kalkulation im Holzbau	314
4.4.3	Wirtschaftlichkeit im Holzbau – Kosten und Preise	322
4.5	Baubetrieb im Holzbau	330
4.5.1	Arbeitsvorbereitung und Fertigungsplanung im Holzbau	331
4.5.2	Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau	335
4.5.3	Personaleinsatz im Holzbau	340
5	Empirische Untersuchung der Prozessfaktoren im Industriellen Holzbau	345
5.1	Ziel und Gliederung der empirischen Untersuchung	347
5.2	Prozessfaktoren, Einflussgrößen und Kennzahlen im Industriellen Holzbau	349
5.3	Empirische Datenerhebung mittels Arbeitsstudien nach REFA	352
5.3.1	Arbeitssystem REFA	353
5.3.2	Grundlagen zur Datenermittlung	356
5.3.3	Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung	358
5.3.4	Zeitaufnahmen und statistische Auswertung	362
5.3.5	Empirische Datenerhebung und Ergebnisse von Aufwandswerten für Holzsystembauten	366

5.4	Empirische Datenerhebung mittels Expertenbefragungen	371
5.4.1	System, Methodik und Auswahl in der Expertenbefragung	372
5.4.2	Empirische Datenerhebung und Ergebnisse der Expertenbefragungen im Holzbau	375
5.5	Empirische Datenerhebung mittels Umfrage – <i>Planen und Bauen mit Holz</i>	381
5.5.1	Grundlagen und Ziel der Umfrage	381
5.5.2	Auswahl der Befragten	382
5.5.3	Standardisierter Fragebogen	384
5.5.4	Durchführung der Umfrage	389
5.5.5	Auswertung des standardisierten Fragebogens	390
5.6	Ergebnisdarstellung der empirischen Datenerhebung mittels Umfrage	393
5.6.1	Ergebnisse zu soziodemographischen und unternehmensspezifischen Daten	393
5.6.2	Ergebnisse zur Entwicklung und zu Argumenten im Holzbau	399
5.6.3	Ergebnisse zum Baubetrieb im Holzbau	403
5.6.4	Ergebnisse des Industriellen Holzbaus	409
5.6.5	Ergebnisse zu Ausschreibung, Kosten und Kalkulation im Holzbau	424
5.6.6	Ergebnisse zum Bauvertragswesen und Geschäftsmodellen im Holzbau	434
5.6.7	Ergebnisse zum Personal im Holzbau	436
5.7	Fazit der empirischen Untersuchung	442
6	Ableitung des Bauprozessmodells für den Holzsystembau	443
6.1	Prozessmodell und Modellierung	444
6.2	Ableitung eines Referenzmodells	447
6.3	Potenzialdarstellung aufgrund der Datenerhebungen	451
6.3.1	Potenzial Marktentwicklung und Akzeptanzsteigerung	451
6.3.2	Potenzial Planung	454
6.3.3	Potenzial im Baubetrieb auf der Baustelle	457
6.3.4	Potenzial Industrielles Bauen	459
6.3.5	Potenzial Ausschreibung, Kosten und Kalkulation	465
6.3.6	Potenzial Bauvertragswesen und Geschäftsmodelle	469
6.3.7	Potenzial Personalqualifikation	474
6.4	Optimierungsmöglichkeiten im Holzsystembau	478
6.4.1	Ableitung der Potenzialkriterien	478
6.4.2	Gewichtung und Bewertung der Potenzialkriterien	489
6.5	Bauprozessmodell im Holzsystembau	523
7	Implementierung des Bauprozessmodells im Holzsystembau	530
7.1	Operationalisierung und Implementierungsstrategie im Holzsystembau	531
7.1.1	Geschäftsprozesse (GP)	532
7.1.2	Technisch-bauwirtschaftliche Maßnahmen (TM-BM)	538
7.2	Informationssysteme, Entscheidungsstrukturen, Handlungsebenen und Verantwortungsbereiche im Holzsystembau	546
7.3	Baubetriebssysteme im Industriellen Holzbau	549
8	Fazit und Ausblick	550
8.1	Potenzial des Holzsystembaus	552
8.2	Potenziale des Bauprozessmodells im Holzsystembau	557
8.3	Resümee und Blick in die Zukunft	559
	Literaturverzeichnis	566
	Linkverzeichnis	599
	Anhang – Umfrage ergänzende Auswertung	604

Abbildungsverzeichnis

Bild 1.1	Zuordnung Baubetriebs- und Bauwirtschaftswissenschaften	5
Bild 1.2	Prinzipielle Vorgehensweise im Forschungsvorhaben	13
Bild 1.3	Gliederung des Forschungsvorhabens	15
Bild 2.1	Beispiel einer Prozesslandkarte in einer Bauorganisation	22
Bild 2.2	Beispiel für ein prozessorientiertes Bauunternehmensmodell	23
Bild 2.3	Prozessdefinitionen – <i>St. Galler Management-Modell</i>	25
Bild 2.4	Typische Prozesse in einem Unternehmen	26
Bild 2.5	Beispiel einer Prozesshierarchie innerhalb einer Bauaufgabe	30
Bild 2.6	Generische Prozesstypen eines Unternehmens.....	31
Bild 2.7	Kernprozesse eines Unternehmens.....	32
Bild 2.8	Supportprozesse eines Unternehmens.....	33
Bild 2.9	Prozessmanagement-Ansätze	34
Bild 2.10	4 Ebenen des Bauprozessmanagements	37
Bild 2.11	Mögliche Optimierungsansätze	47
Bild 2.12	Nutzen-Kosten-Differenz	49
Bild 2.13	Effekte aufgrund von Prozessmanagement	50
Bild 2.14	Zirkular verlaufender Planungsprozess	54
Bild 2.15	Prinzip eines herkömmlichen linearen Planungsprozesses	55
Bild 2.16	Informationsfluss mit Informationsverlusten im linearen Planungsverlauf	56
Bild 2.17	Prinzip des integralen Planungsprozesses	57
Bild 2.18	Beteiligte im Planungsprozess	61
Bild 2.19	Kooperationsmodelle und Vergabestrategien zwischen Planern	63
Bild 2.20	Kooperationsmodelle und Vergabestrategien zwischen Planern und Ausführenden	64
Bild 2.21	Studie zum Digitalisierungsgrad nach Branchen in AT	67
Bild 2.22	Vergleich linearer und integraler, BIM-gestützter Planungsprozess ..	68
Bild 2.23	Nutzungsprinzip von BIM im Lebenszyklus eines Bauwerks	69
Bild 2.24	Kostenbeeinflussbarkeit über die Projektdauer nach <i>Lunzer</i>	73
Bild 2.25	Zusammenhang Ausschreibungszeitpunkt, Leistungsbeschreibung und Vertragsart gemäß Leistungsphasen	74
Bild 2.26	Schema der Zuschlagskalkulation	83
Bild 2.27	Zusammenhang der Produktionsfaktoren und Produktivität	87
Bild 2.28	Primärprozesse der Arbeitsvorbereitung	91
Bild 2.29	Ergebnisse der Arbeitsvorbereitung.....	92
Bild 2.30	Arbeitsvorbereitung zeitlich eingegliedert in den Projektablauf	92
Bild 2.31	Ablauf der Arbeitsvorbereitung	94
Bild 2.32	Prinzip der Ablaufplanung	96
Bild 2.33	Prozessorientierte Organisationsstruktur eines Unternehmens gemäß <i>St. Galler Management-Konzept</i>	103

Bild 2.34	Muster für Geschäftsmodell-Dimensionen nach Schallmo	110
Bild 3.1	<i>Manning</i> (Portabel Colonial) <i>Cottage</i> (~1830)	119
Bild 3.2	<i>Kristallpalast</i> im Hyde Park – Weltausstellung im Jahr 1851	120
Bild 3.3	Prinzip des <i>Dom-Ino-Hauses</i> von <i>Le Corbusier</i> (1914)	122
Bild 3.4	Prinzip der <i>Hausbaumaschine</i> von <i>Neufert</i> (1943)	123
Bild 3.5	Gliederung der Mechanisierung und Automatisierung	131
Bild 3.6	Verteilung der wertschöpfenden und nicht wertschöpfenden Tätigkeiten im Vergleich zur Gesamtzeit	138
Bild 3.7	Zusammenhang zwischen Wertschöpfung und Seriengröße	141
Bild 3.8	Potenzialverteilung im Industriellen Bauen – baustoffunabhängig – Expertenbefragung TU Graz 2015	142
Bild 3.9	Stückkosten bei steigender Anzahl der Stückzahlen unter Berücksichtigung der Abhängigkeit der Produktionsarten	143
Bild 3.10	Vorteile des Industriellen Bauens – Expertenbefragung TU Graz 2015	147
Bild 3.11	Schwierigkeiten und Risiken des Industriellen Bauens – Expertenbefragung TU Graz 2015	149
Bild 3.12	Merkmale eines Bausystems	163
Bild 3.13	Baukastensystem (links) im Vergleich zum Bausatz (rechts)	164
Bild 3.14	Modulordnung mit Grundmodul, Multimodul und Strukturmodul	166
Bild 3.15	Achsraster (links) und Bandraster (rechts)	168
Bild 3.16	Bezugsarten im Koordinationssystem gemäß DIN 18000	169
Bild 3.17	Begriffe zu Maßtoleranzen im Bereich einer Fuge	172
Bild 3.18	Zusammenhang zwischen Aufwand und Genauigkeitsgrad bei Toleranzen	173
Bild 3.19	Differenzierung verschiedener Bau- und Konstruktionsarten	175
Bild 3.20	Hierarchie der Konstruktionsteile nach K. Weller	178
Bild 3.21	Fünf Grundprinzipien des Lean Thinking	185
Bild 3.22	Drei Wirkebenen des Lean Management im Bauwesen	190
Bild 3.23	Handlungsfelder und Handlungsrahmen im Lean Innovation	195
Bild 3.24	Studie McGraw Hill Construction – Herausforderungen bei der Implementierung von Lean Construction	198
Bild 3.25	Bau-Produktionssystemmodell (PSM) – Top-Down und Bottom-Up Struktur	200
Bild 3.26	Studie Lean Construction Institute über Projektperformance	201
Bild 3.27	Studie McGraw Hill Construction – Prozesseffizienz im Bauwesen .	202
Bild 3.28	Studie McGraw Hill Construction – Projektbenefit erreicht durch Lean Construction	202
Bild 4.1	Gliederung der Holzbauweisen	214
Bild 4.2	Einteilung der Holzbauweisen	215
Bild 4.3	Konzepte für Anlagenkombinationen und Layoutvarianten	246
Bild 4.4	Systemstufen der Verfertigung	248
Bild 4.5	Stufen der Vorfertigung in der 2D-Elementbauweise mit Holzrahmenelementen	249

Bild 4.6	Verteilung Beschäftigte – WKO Beschäftigtenstatistik Österreich ...	257
Bild 4.7	Verteilung Beschäftigte auf Unternehmensgröße – WKO Beschäftigtenstatistik Österreich	258
Bild 4.8	Verteilung Beschäftigte – Beschäftigtenstatistik Deutschland	260
Bild 4.9	Verteilung Beschäftigte in Wertschöpfungskette Holz in Österreich gemäß FHP	261
Bild 4.10	Handelsbilanz Wertschöpfungskette Holz in Österreich gemäß FHP	262
Bild 4.11	Entwicklung der Waldfläche in Österreich	263
Bild 4.12	Markteintrittsgründe – Expertenbefragung TU Graz 2014	268
Bild 4.13	Markteintrittsstrategie – Expertenbefragung TU Graz 2014	269
Bild 4.14	Entwicklung Holzbauanteil gesamt in Österreich zwischen 1998 bis 2013	271
Bild 4.15	Anzahl Holzbauten in Österreich 2013	272
Bild 4.16	Entwicklung Holzbauanteil im Wohnbau in Österreich zwischen 1998 bis 2013	273
Bild 4.17	Entwicklung Holzbauanteil im Bauwesen in Deutschland zwischen 2005 und 2016	274
Bild 4.18	Entwicklung Holzbauanteil im Bauwesen in Deutschland zwischen 2002 und 2012	275
Bild 4.19	Entwicklung Holzbauanteil im Hochbau in der Schweiz zwischen 2014 bis 2016	276
Bild 4.20	Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge Fachinformationsservice	278
Bild 4.21	Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge F&E betreffend Produktentwicklung	279
Bild 4.22	Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge F&E betreffend Produktions- und Bauprozesse	279
Bild 4.23	Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge betreffend politische Rahmen- bedingungen – Bildungspolitik	280
Bild 4.24	Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge betreffend politische Rahmen- bedingungen – Strukturpolitik	280
Bild 4.25	Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge betreffend politische Rahmen- bedingungen – Förderpolitik	281
Bild 4.26	Risikoeinschätzung für Informationsverluste und Verzögerungen im Planungsprozess Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017	284
Bild 4.27	Möglichkeiten zur Vermeidung von Informationsverlusten im Planungsprozess Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017 ...	285
Bild 4.28	Möglichkeiten zur Vermeidung von Verzögerungen im Planungsprozess Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017 ...	285
Bild 4.29	Auswirkung durch Integration von Fachplanern im Planungsprozess Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017 ...	286
Bild 4.30	Integration Planungsbeteiligte in die Planungsphasen gemäß ÖNORM B 6241-2 – Expertenbefragung TU Graz 2017	287
Bild 4.31	Planungsleistungen unterschiedlicher Planungsbeteiligter in den Planungsphasen – Expertenbefragung TU Graz 2017	288

Bild 4.32	Linearer Planungsprozess im Holzbau in der Theorie gemäß leanWOOD	291
Bild 4.33	Linearer Planungsprozess im Holzbau in der Praxis gemäß leanWOOD	291
Bild 4.34	Vergleich möglicher Planungs- und Bauphasen im Holzbau und mineralischen Massivbau	292
Bild 4.35	Planungsphasen am Beispiel einer Elementproduktion	294
Bild 4.36	Vergleich baubegleitende und holz baugerechte Planung – Chancen und Risiken gemäß leanWOOD	296
Bild 4.37	Level of Detail in der Holzbauplanung in Anlehnung an die HOAI gemäß leanWOOD	299
Bild 4.38	Ablauf der Ausführungsplanung gemäß leanWOOD	300
Bild 4.39	Gegenüberstellung linearer Planungsprozess und kooperatives Planungsteam gemäß leanWOOD	302
Bild 4.40	Alternative Vergabe- und Kooperationsmodelle gemäß leanWOOD	303
Bild 4.41	Derzeitige Planungsmethoden im Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017	305
Bild 4.42	Zukünftig geplanter Einsatz digitaler Planungsmethoden – Expertenbefragung TU Graz 2017	306
Bild 4.43	Schnittstellenprobleme der Planungsbeteiligten – Expertenbefragung TU Graz 2017	307
Bild 4.44	Potenziale durch den Einsatz von BIM – Expertenbefragung TU Graz 2017	307
Bild 4.45	Hemmnisse durch den Einsatz von BIM – Expertenbefragung TU Graz 2017	308
Bild 4.46	Standardisierte Leistungsbeschreibung LG 36 Holzbauarbeiten (Februar 2017)	312
Bild 4.47	Beispielposition der Standardkalkulation gemäß LG 36 Holzbauarbeiten – Projekt (SYS)HOLZ-KALKulation – Bereich Variablen, Lohn, Materialeingabe	318
Bild 4.48	Beispielposition der Standardkalkulation gemäß LG 36 Holzbauarbeiten – Projekt (SYS)HOLZ-KALKulation – Bereich Fertigung	319
Bild 4.49	Beispielposition der Standardkalkulation gemäß LG 36 Holzbauarbeiten – Projekt (SYS)HOLZ-KALKulation – Bereich Transport und Montage	320
Bild 4.50	Gesamtdarstellung Vergleich Herstellkosten Holzbau – mineralischer Massivbau – Projektstudie 3- und 8-Geschosser	325
Bild 4.51	Gesamtdarstellung Vergleich Nutzflächen Holzbau – mineralischer Massivbau – Projektstudie 3- und 8-Geschosser	326
Bild 4.52	Gesamtdarstellung Vergleich Bauzeit Holzbau – mineralischer Massivbau – Projektstudie 3- und 8-Geschosser	327
Bild 4.53	Gesamtdarstellung Vergleich Transportanzahl Holzbau – mineralischer Massivbau – Projektstudie 3- und 8-Geschosser	328
Bild 4.54	Prozessdiagramm für vorgefertigte Fassadenelemente gemäß TES EnergyFacade	335
Bild 4.55	Chancen und Risiken in der Montagetechnik im Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017	338

Bild 4.56	Weiterbildungsbedarf Bauleiter – Expertenbefragung TU Graz 2017	342
Bild 4.57	Weiterbildungsbedarf Facharbeiter – Expertenbefragung TU Graz 2017	343
Bild 5.1	Gliederung empirische Untersuchung.....	348
Bild 5.2	Erhebung von Einfluss- und Prozessfaktoren, Einflussgrößen und Kennzahlen im Industriellen Holzbau.....	350
Bild 5.3	Schema Arbeitssystem nach REFA	353
Bild 5.4	Gliederung Arbeitsablauf nach REFA im Betonbau	355
Bild 5.5	Gliederung quantitative und qualitative Daten	357
Bild 5.6	Gliederung Arbeitsablauf – Ablaufarten Einflussfaktor Mensch gemäß REFA	358
Bild 5.7	Gliederung Arbeitsablauf gemäß REFA	359
Bild 5.8	Gliederung Arbeitsablauf nach Schlagbauer	360
Bild 5.9	Gliederung Ablauf- und Zeitarten gemäß REFA	361
Bild 5.10	Empirisches Untersuchungsdesign.....	385
Bild 5.11	Kategorisierung der Fragen – Fragenkatalog Umfrage.....	386
Bild 5.12	Kategorisierung (links) und Untergliederung (rechts) der Befragten – Fragenkatalog Umfrage.....	387
Bild 5.13	Anzahl Fragen je Kategorie und Ebene – Fragenkatalog Umfrage ..	388
Bild 5.14	Rückmeldungen je Kategorie und Ebene – Fragenkatalog Umfrage	390
Bild 5.15	Modellhafte Darstellung und Bezeichnungen eines Boxplots	391
Bild 5.16	Tätigkeiten teilnehmender Experten in Kategorie A) Planung (Frage 1.1.1).....	393
Bild 5.17	Tätigkeiten teilnehmender Experten in Kategorie B) Ausführung (Frage 1.1.1).....	394
Bild 5.18	Tätigkeiten teilnehmender Experten in Kategorie C) Auftraggeber (Frage 1.1.1).....	394
Bild 5.19	Tätigkeiten teilnehmender Experten in Kategorie D) Andere (Frage 1.1.1).....	395
Bild 5.20	Einsatzfelder / Tätigkeitsbereiche der teilnehmenden Experten (Frage 1.1.4).....	396
Bild 5.21	Verteilung der Anzahl der Bauvorhaben – baustoffunabhängig und Holzbau (Frage 1.1.7).....	397
Bild 5.22	Verteilung der fachlichen Qualifikation im Holzbau (Frage 1.2.4)	397
Bild 5.23	Verteilung unterschiedlicher angebotener Holzbauweisen (Frage 1.3.3).....	398
Bild 5.24	Motivationsfaktoren für den Einsatz von Holz in Gebäuden (Frage 2.1.1).....	399
Bild 5.25	Bisherige und künftige Entwicklung des Holzbaus (Frage 2.1.2)	400
Bild 5.26	Verteilung der Vor- und Nachteile einzelner Aspekte in der Verwendung von Holz (Frage 2.2.1)	401
Bild 5.27	Reihung der Aspekte für eine frühzeitige Entscheidung mit Holz zu planen (Frage 2.2.2)	402
Bild 5.28	Aufwand einzelner Aspekte im Holzbau im Vergleich zu anderen Baustoffen (Frage 2.2.3).....	402

Bild 5.29	Aufwand für Arbeitsvorbereitung je Kategorie in Anhängigkeit der Bauzeit (Frage 4.2.2).....	404
Bild 5.30	Einflüsse der Montagetechnik auf den Projekterfolg im Holzbau (Frage 4.4.2).....	405
Bild 5.31	Einflüsse der Materialtechnik auf den Projekterfolg im Holzbau (Frage 4.4.3).....	406
Bild 5.32	Einflüsse der Verbindungstechnik auf den Projekterfolg im Holzbau (Frage 4.4.4).....	407
Bild 5.33	Personaleinsatz im Holzbau mit Bezug zur Bauweise (Frage 4.4.6)	408
Bild 5.34	Transportarten je Bauweise und Örtlichkeit (Frage 4.5.3)	408
Bild 5.35	Vorfertigungsstufen konventionelle Holzbauarbeiten (Frage 5.1.3) ..	410
Bild 5.36	Vorfertigungsstufen 2D-Elementbauweise (Frage 5.1.4).....	411
Bild 5.37	Vorfertigungsstufen 3D-Modulbauweise (Frage 5.1.5)	412
Bild 5.38	Vorfertigungsstufen Ingenieurholzbau (Frage 5.1.6)	413
Bild 5.39	Vor- und Nachteile des Industriellen Holzbaus im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Frage 5.2.1).....	414
Bild 5.40	Adaptierbarkeit der 2D-Elementbauweise in Abhängigkeit der Bauweise (Frage 5.2.6)	415
Bild 5.41	Sinnvoller Vorfertigungsgrad in Abhängigkeit von der Bauweise (Frage 5.5.1).....	416
Bild 5.42	Einflusskriterien auf den Komplettierungsgrad (Frage 5.5.3).....	417
Bild 5.43	Kostensituation der 2D-Elementbauweise im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise in Abhängigkeit des Vorfertigungsgrades (Frage 5.2.3)	418
Bild 5.44	Kostensituation der 3D-Modulbauweise im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise in Abhängigkeit des Vorfertigungsgrades (Frage 5.2.4)	419
Bild 5.45	Kostensituation des Ingenieurholzbaus im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise in Abhängigkeit des Vorfertigungsgrades (Frage 5.2.5)	420
Bild 5.46	Hemmnisse in der Durchsetzung Industriell vorgefertigter Bauweisen (Frage 5.4.1)	421
Bild 5.47	Risikoeinschätzung unterschiedlicher Randbedingungen im Industriellen Holzbau (Frage 5.4.3)	422
Bild 5.48	Gründe für Realisierung industrieller Bauvorhaben (Frage 5.3.5)	423
Bild 5.49	Reifegrad der Ausführungsplanung zum Zeitpunkt der Ausschreibung (Frage 6.1.1)	424
Bild 5.50	Reifegrad der Ausführungsplanung zum Zeitpunkt der Angebotslegung – konstruktive Ausschreibung (Frage 6.1.2)	425
Bild 5.51	Reifegrad der Ausführungsplanung zum Zeitpunkt der Angebotslegung – funktionale Ausschreibung (Frage 6.1.2)	426
Bild 5.52	Einsatz unterstützender Ausschreibungsunterlagen (Frage 6.1.3) ...	427
Bild 5.53	Einsatz von Ausschreibungsmodellen (Frage 6.1.6)	428
Bild 5.54	Probleme im Zusammenhang mit Ausschreibungen (Frage 6.1.7) ..	428
Bild 5.55	Kostensituation unterschiedlicher Bauweisen im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Frage 6.2.1).....	429

Bild 5.56	Bereitschaft für höhere Investitionskosten bestimmter Merkmale (Frage 6.2.2).....	430
Bild 5.57	Kalkulationsaufwand Holzbau im Vergleich mineralischer Massivbau (Frage 6.3.1).....	431
Bild 5.58	Kalkulationsaufwand in Prozent der Bauzeit in Abhängigkeit der Bauweise (Frage 6.3.2)	432
Bild 5.59	Situation Nachlass bei Angebotsabgabe – Prozent der Bauvorhaben mit Nachlass (oben) – Prozent der Bauvorhaben mit Übernahme Kalkulationswert (ohne weiteren Nachlass) (unten) (Frage 6.3.6).....	433
Bild 5.60	Situation Nachlass bei Angebotsabgabe – Maximaler Nachlass bei Angebotsabgabe (Frage 6.3.6)	433
Bild 5.61	Unternehmenseinsatzformen in Abhängigkeit der Kategorie (Frage 7.1.1).....	434
Bild 5.62	Vergabe- und Kooperationsmodelle in Abhängigkeit der Kategorie (Frage 7.1.2).....	435
Bild 5.63	Ausgewogenheit Klein- und Kleinstunternehmen zu Großunternehmen im Holzbau (Frage 7.2.1).....	436
Bild 5.64	Unternehmensinterne Ausbildung in Abhängigkeit der Tätigkeit / Position (Frage 8.1.1)	437
Bild 5.65	Entwicklung der Qualifikation der Mitarbeiter unterschiedlicher Bereiche / Tätigkeitsfelder (Frage 8.1.2).....	438
Bild 5.66	Weiterbildungsbedarf von Angestellten in einzelnen Themengebieten (Frage 8.1.3)	439
Bild 5.67	Weiterbildungsbedarf des Baustellen-Personals in einzelnen Themengebieten (Frage 8.1.4)	441
Bild 6.1	Prinzip des Systems Engineering	444
Bild 6.2	Vorgang der Ableitung des Bauprozessmodells im Holzsystembau .	446
Bild 6.3	Prinzip eines Gesamtkonzeptes mit Integration von Teilergebnissen und externen Einflüssen	447
Bild 6.4	Prozess der Modellbildung – Zuordnung zu Ebenen des Bauprozessmanagements im Holzsystembau.....	449
Bild 6.5	Entwicklungspotenzial im Holzbau in unterschiedlichen Kategorien (Frage 2.1.3).....	452
Bild 6.6	Potenzial unterschiedlicher Ansätze zur Akzeptanzsteigerung (Frage 2.1.4).....	453
Bild 6.7	Auswirkungen durch frühzeitige Einbeziehung von Beteiligten (Frage 2.9 – Expertenbefragung TU Graz)	455
Bild 6.8	Potenzial durch Anwendung von BIM (Frage 3.18 – Expertenbefragung TU Graz)	456
Bild 6.9	Bedarf für Anpassung / Optimierung baubetrieblicher Randbedingungen an den Holzbau (Frage 4.1.1).....	458
Bild 6.10	Entwicklung Montage im Holzbau (Frage 4.4.1)	459
Bild 6.11	Entwicklungspotenzial des Industriellen Holzbaus (Frage 5.3.2)	460
Bild 6.12	2D-Elementbauweise als Substitution herkömmlicher Bauweisen (Frage 5.3.3).....	461
Bild 6.13	Entwicklung des Industriellen Holzbaus in Abhängigkeit der Bauweise (Frage 5.3.10)	462

Bild 6.14	Entwicklung unterschiedlicher Vorfertigungsstufen im Industriellen Holzbau (Frage 5.3.11)	463
Bild 6.15	Potenzial von Werkzeugen und Hilfsmittel im Industriellen Holzbau (Frage 5.3.12).....	464
Bild 6.16	Eignung von Aspekten bei Ausschreibungen von Holzbauten (Frage 6.1.4).....	466
Bild 6.17	Eignung von Maßnahmen und Hilfsmitteln in der Kostenschätzung von Holzbauten (Frage 6.2.5)	467
Bild 6.18	Eignung von Maßnahmen und Hilfsmitteln in der Kalkulation von Holzbauten (Frage 6.3.3).....	468
Bild 6.19	Eignung von Vertragsarten für den Holzbau (Frage 7.1.3).....	469
Bild 6.20	Verteilung des Risikopotenzials in externen und internen Risikofeldern (Frage 7.1.6)	470
Bild 6.21	Einschätzung Übernahmetendenzen von Holzbauunternehmen (Frage 7.2.2).....	471
Bild 6.22	Einschätzung Neugründungstendenzen Holzbauunternehmen bzw. Abteilungen (Frage 7.2.3)	471
Bild 6.23	Chancenbewertung Zusammenschluss von Holzbauunternehmen unter Dachmarke (Frage 7.2.4)	473
Bild 6.24	Einstufung der aktuellen Ausbildungssituation im Holzbau (Frage 8.1.6).....	475
Bild 6.25	Bedarf für Weiterbildungsmaßnahmen im Holzbau auf universitärer Ebene (Frage 8.1.7).....	476
Bild 6.26	Ableitung der Potenzialkriterien zur Modellbildung im Holzsystembau	479
Bild 6.27	Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Einflussfaktor Unternehmen und Markt (I)	480
Bild 6.28	Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Einflussfaktor Entwicklung (II).....	481
Bild 6.29	Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Planung (A)	482
Bild 6.30	Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Baubetrieb (B)	484
Bild 6.31	Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Industrieller Holzbau (C).....	485
Bild 6.32	Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Ausschreibung, Kosten, Kalkulation (D)	486
Bild 6.33	Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Bauvertragswesen, Geschäftsmodelle (E)	488
Bild 6.34	Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Einflussfaktor Unternehmen und Markt (I)	493
Bild 6.35	Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Einflussfaktor Entwicklung (II)	496
Bild 6.36	Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Planung (A).....	500
Bild 6.37	Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Baubetrieb (B)	504
Bild 6.38	Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Industrieller Holzbau (C)	509

Bild 6.39	Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Ausschreibung, Kalkulation, Kosten (D).....	514
Bild 6.40	Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Bauvertragswesen, Geschäftsmodelle (E).....	520
Bild 6.41	Prozess der Modellbildung – Integration Geschäftsprozesse und technische-bau- wirtschaftlicher Maßnahmen in Sphären des Bauprozessmanagements des Holzsystembaus	523
Bild 6.42	Bauprozessmodell – Gesamtdarstellung der Gewichtung und Bewertung aller Einfluss- und Prozessfaktoren im Sphärenmodell..	525
Bild 6.43	Verteilung Auswirkungen je Sphäre nach Gewichtung und Bewertung der Potenzial- kriterien.....	526
Bild 6.44	Verteilung Handlungsbedarf je Sphäre nach Gewichtung und Bewertung der Potenzial- kriterien.....	526
Bild 6.45	Zeitliche Verteilung der Handlungsbedarfe je Sphäre.....	527
Bild 6.46	Gesamtdarstellung Bauprozessmodell Holzsystembau – 3-Sphären-Modell im Bauprozessmanagements.....	528
Bild 6.47	Ausschnitt Bauprozessmodell Holzsystembau – 3-Sphären-Modell im Bauprozess- managements.....	529
Bild 7.1	Bauprozessmodell Holzsystembau – Ausschnitt Einflüsse und Auswirkungen	531
Bild 7.2	Bauprozessmodell Holzsystembau – Ausschnitt Einflüsse und Auswirkungen der Geschäftsprozesse	533
Bild 7.3	Bauprozessmodell Holzsystembau – Ausschnitt Einflüsse und Auswirkungen der technisch-bauwirtschaftlichen Maßnahmen	539

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Unterschiede in Planungsprozessen	58
Tabelle 2.2	Vergleich der Planungsphasen gemäß ÖNORM B 1801-1 und den Projektphasen gemäß ÖNORM B 6241-2	65
Tabelle 2.3	Projektphasen des Auftraggebers gemäß LM.VM.2014	66
Tabelle 2.4	Leistungsphasen der Objektplanung gemäß LM.VM.2014 und HOAI	66
Tabelle 3.1	Merkmale der industriellen Produktion und deren Parallelen in der Bauwirtschaft	153
Tabelle 3.2	Normenauszug betreffend Fertigteile allgemein – Österreich.....	156
Tabelle 3.3	Normenauszug betreffend Fertigteile aus Beton – Österreich.....	157
Tabelle 3.4	Normenauszug betreffend Fertigteile aus Holz – Österreich	158
Tabelle 4.1	Merkmale sowie Vor- und Nachteile des Holzrahmenbaus	220
Tabelle 4.2	Merkmale sowie Vor- und Nachteile der Holzskelettbauweise	223
Tabelle 4.3	Merkmale sowie Vor- und Nachteile der Holzmassivbauweise	229
Tabelle 4.4	Vor- und Nachteile der Holz-Beton-Verbund-Bauweise	239
Tabelle 5.1	Vor- und Nachteile der Einzelzeitaufnahme (EZA)	362
Tabelle 5.2	Ablaufschritte Multimomentaufnahme (MMA)	364
Tabelle 5.3	Vor- und Nachteile der Multimomentaufnahme (MMA)	365
Tabelle 5.4	Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 1 – TUG iBBW	367
Tabelle 5.5	Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 2 – TUG iBBW	367
Tabelle 5.6	Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 3 – TUG iBBW	368
Tabelle 5.7	Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 4 – TUG iBBW	368
Tabelle 5.8	Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 5 – TUG iBBW	369
Tabelle 5.9	Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 6 – TUG iBBW	369
Tabelle 5.10	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 1 – TUG iBBW ..	376
Tabelle 5.11	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 2 – TUG iBBW ..	376
Tabelle 5.12	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 3 – TUG iBBW ..	377
Tabelle 5.13	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 4 – TUG iBBW ..	377
Tabelle 5.14	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 5 – TUG iBBW ..	378
Tabelle 5.15	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 6 – TUG iBBW ..	378
Tabelle 5.16	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 7 – TUG iBBW ..	379
Tabelle 5.17	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 8 – TUG iBBW ..	379
Tabelle 5.18	Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 9 – TUG iBBW ..	380
Tabelle 5.19	Kontaktierte Experten im Rahmen der Umfrage.....	383

Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
5W	Wurzelfehleranalyse
AG	Auftraggeber
AGK	allgemeine Geschäftskosten
AK	Arbeitskräfte
AK_{a,v,i}	Arbeitskräfteanzahl
AN	Auftragnehmer
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
AV	Arbeitsvorbereitung
AW_{a,v,i}	Aufwandswert
AZ_{a,v,i}	Arbeitszeit
BDZ	Bund Deutscher Zimmermeister (= Holzbau Deutschland)
BE	Business Engineering
BIM	Building Information Modeling
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BM	Business Modeling
bmdw	Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort
BSH	Brettschichtholz
BSP	Brettsperrholz
bspw.	beispielsweise
BVergG	Bundesvergabegesetz
CAM	Computer Aided Manufacturing
CEN	Comité Européen de Normalisation – Europäisches Komitee für Normung
CLT	Cross Laminated Timber
CNC	Computergestützte Fertigung
COB	Construction Operation Board
DEB	Datenerfassungsbogen
DIN	Deutsches Institut für Normung
EFH	Einfamilienhaus
EN	European Standards
ETA	European Technical Approval
EU-BauPVO	EU-Bauprodukteverordnung
EZA	Einzelzeitaufnahme
FHP	Kooperationsplattform Forst Holz Papier
GesBR	Gesellschaft Bürgerlichen Rechts
GGK	Geschäftsgemeinkosten

GMP	Garantierte Maximalpreisvertrag (guaranteed maximal price)
GP	Geschäftsprozess
GZ	Gesamtzuschlag
h	Zeitstunden
hbf	holz.bau forschungs gmbH
HBV	Holz-Beton-Verbund
HFA	Holzforschung Austria
HIA	Honorar Information Architektur
HIS	Holzindustrie Schweiz
HOA	Honorarleitlinie für Architekten
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HOB	Honorarordnung für Baumeister
HOB-I	Honorarleitlinie Bauwesen – Ingenieurbauwerke, Planung und örtliche Bauaufsicht
HO-BK	Honorarleitlinie für die begleitende Kontrolle
HO-BPH	Honorarleitlinie für Aufgaben aus der Bauphysik
HO-PS	Honorarleitlinie für Projektsteuerung
HTL	Höhere Technische Lehranstalt
iBBW	Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
IBM	Industriebaumaß
IFC	Industry Foundation Classes
IFOA	Integrated Form of Agreement
IHBV	Ingenieurholzbauverband
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IMG	International Modular Group
IQR	Interquartilabstand
ISO	International Standard Organisation
JIS	Just-In-Sequence
JIT	Just-In-Time
KP	Kernprozesse
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
L_{a,v,i}	Leistungswert
LB	Leistungsbeschreibung
LB-HB	Standardleistungsbeschreibung Hochbau
LBO	Landesbauordnung
LG	Leistungsgruppe
LM.VM.2014	Leistungsmodelle und Vergütungsmodelle 2014
LMB	Lean Management im Bauwesen
LoD	Level of Detail
LOD	Level of Development

LoI	Level of Information
LPS	Last-Planner System®
LV	Leistungsverzeichnis
MBO	Musterbauordnung
MKF	Mehrkostenforderung
MMA	Multimomentaufnahme
MP	Managementprozesse
NEC	New Engineering Contract (= ECC – Engineering and Construction Contract)
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
ÖBGL	Österreichische Baugeräteliste
ÖFV	Österreichischer Fertighausverband
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
P_{a,v,i}	Arbeitsproduktivität
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PM	Prozessmodellierung
PPP	Public-Private-Partnership
PSM	Produktionssystemmodell
REFA	Verband für Arbeitsstudien
SE	Systems Engineering
SFH	Schweizerische Fachgemeinschaft Holzbau
SP	Supportprozesse
Std	Lohnstunden
STE	Swiss Timber Engineering
StLB	Standardleistungsbeschreibung
TC	Technical Committee
TCE	Timber Construction Europe
TFV	Transformation-Flow-Value (Transformation-Fluss-Wert)
TM	Technische Maßnahme
TM-BM	Technisch-bauwirtschaftliche Maßnahme
TPS	Toyota Produktionssystem
u.a.	unter anderem
udgl.	und dergleichen
Vgl.	Vergleich
VT	Verbindungstechnik
WSA	Wertstromanalyse
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung und Problemstellung

Der Anteil des Holzbaus am gesamten Baugeschehen zeigt seit einigen Jahren sowohl in Europa als auch weltweit tendenziell ein stetig steigendes Wachstum.¹ Im Zeitraum zwischen 1998 und 2013 stieg der Anteil des Holzbaus am österreichischen Baugeschehen, bezogen auf das umbaute Volumen, von 14 % auf mittlerweile 22 % an, wobei 79 % aller Hochbau-Bauvorhaben in Holz auf den Wohnbau entfallen. Somit konnte in Österreich im Wohnbau der Holzbauanteil bezogen auf die Gebäudeanzahl innerhalb von 15 Jahren von 24 % auf 48 % und bezogen auf das umbaute Volumen von 9 % auf 21 % mehr als verdoppelt werden.² In Deutschland wurden im Jahr 2016 bereits mehr als 16 % der Wohngebäude in Holzbaweise errichtet, was einen Zuwachs von 1 % gegenüber dem Jahr 2015 bedeutet. Auch an dieser Stelle ist demnach eine steigende Tendenz erkennbar.³ Ähnliche Trends mit durchaus unterschiedlichen Wachstumsraten sind in den meisten westlichen Industrienationen, welche den Bau- und Werkstoff Holz forcieren, erkennbar. Dabei steigt sowohl die Größe der einzelnen Bauvorhaben als auch die Komplexität in der Umsetzung.⁴ Die beteiligten ausführenden Holzbauunternehmen und zugehörigen Fachdisziplinen der Planung entwickeln sich kontinuierlich aus einem Nischenbereich heraus, hin zu Global Playern im Bauwesen.⁵

Die technischen Entwicklungen, maschinellen Errungenschaften sowie der Kompetenzaufbau innerhalb der Unternehmen fördern in den letzten Jahrzehnten herausragende bauliche Möglichkeiten mit dem Bau- und Werkstoff Holz.^{6, 7, 8} Daher erscheint es erforderlich, diesen Entwicklungen Rechnung zu tragen und das Kompetenzfeld der Holzbau-Branche sowohl in baubetrieblicher als auch in bauwirtschaftlicher Hinsicht stark zu erweitern.⁹

Bezugnehmend auf diese Forschungslücke wurde im Jahr 2012 am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Graz da-

¹ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 7

² Vgl. TEISCHINGER, A. et al.: Erhebung des Holzbauanteils aller österreichischen Bundesländer. Präsentation 24.09.2015. S. 1 ff

³ Vgl. HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau. Statistik | Lagebericht. S. 1 ff

⁴ Vgl. RHOMBERG, H.: Bauen 4.0 – Vom Ego- zum Lego-Prinzip. S. 1 ff

⁵ Vgl. BEYER, G. et al.: Tackle Climate Change: Use Wood. S. 1 ff

⁶ Vgl. BRÜHWILER, R.: Holz kann die Welt verändern – Wie Hermann Blumer dem Werkstoff Holz zu neuem Wachstum verhilft. S. 10 ff

⁷ Vgl. LENNARTZ, M. W.; JACOB-FREITAG, S.: New Architecture in Wood. S. 7

⁸ Vgl. GREEN, M.: Tall Wood Buildings: Design, Construction and Performance. S. 1 ff

⁹ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. S. 1 ff

mit begonnen, das großteils unbearbeitete Feld baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Themenbereiche unter Einbeziehung der holzbaulichen Charakteristika und Randbedingungen systematisch und wissenschaftlich zu untersuchen, um somit die Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten für den Baustoff Holz aus bauwirtschaftlicher Sicht zu betrachten. Damit soll einerseits eine Lücke in der Entwicklung des Holzbaus geschlossen werden, andererseits die Branche sichere und wissenschaftlich begründete Werkzeuge erhalten, mit welchen sie künftig weiterhin wirtschaftlich erfolgreich am Markt tätig sein kann. Es zeigt sich, dass gerade im Hinblick baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Grundsätze im Holzbau erheblicher Bedarf für eine grundlegende Bearbeitung dieser Themen besteht.¹⁰

¹⁰ Vgl. KOPPELHUBER, J.: Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen. In: Tagungsband 10. Europäischer Kongress EBH 2017 – Forum Holz | Bau | Urban – Köln. S. 3

1.1 Ausgangssituation und Hintergrund

Im Zuge von umfangreichen Recherchen^{11, 12, 13, 14, 15, 16, 17} in nationaler als auch in internationaler einschlägiger Literatur sowie laufenden und abgeschlossenen Forschungsvorhaben^{18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33} konnte festgestellt werden, dass zurzeit baubetriebliche und bauwirtschaftliche Untersuchungen der Prozessketten, vor allem im Industriellen Holzsystembau, größtenteils fehlen. Bis dato erfolgte lediglich eine geringe und unvollständige Aufbereitung baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Themen im systematisierten Holzbau für die Praxis. Daher bestehen aus bauwirtschaftlicher Sicht teils große Informationsdefizite sowie fehlende baubetriebliche, bauwirtschaftliche und bauvertragliche Grundlagen, speziell in Bezug auf den Industriellen Holzsystembau.³⁴ Zusätzlich

-
- ¹¹ Vgl. ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 1 ff
- ¹² Vgl. HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 1 ff
- ¹³ Vgl. EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung. S. 1 ff
- ¹⁴ Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 1 ff
- ¹⁵ Vgl. LEITENBAUER, A.: Kalkulatorischer Vergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau. S. 1 ff
- ¹⁶ Vgl. DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 1 ff
- ¹⁷ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 1 ff
- ¹⁸ Vgl. <https://www.bauen-mit-weitblick.tum.de/index.php?id=5&L=0>. Datum des Zugriffs: 30.April.2018
- ¹⁹ Vgl. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HOLZFORSCHUNG E.V. -DGFH-, M.: Innovativer Holzsystembau: Ergebnisse des Verbundvorhabens Rationalisierungspotential im Holzbau – Planung, Fertigung, Auf- und Ausbau. Forschungsbericht. S. 1 ff
- ²⁰ Vgl. RINAS, T.; GIRMSCHIED, G.: Kooperationen und innovative Vertriebskonzepte – Geschäftsmodell für den individuellen Fertigteilbau. S. 1 ff
- ²¹ Vgl. RHOMBERG BAU GMBH et al.: LifeCycle Tower. Forschungsbericht. S. 1 ff
- ²² Vgl. KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gehbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009. S. 1 ff
- ²³ Vgl. ROZYNSKI, D.; ROTH, C.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. S. 1 ff
- ²⁴ Vgl. <http://www.holz.ar.tum.de/leanwood/home/>. Datum des Zugriffs: 11.November.2017
- ²⁵ Vgl. HUß, W.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 1 – Teil A leanWood Herausforderungen & Motivation. Forschungsbericht. S. 1 ff und alle weiteren Teile des Forschungsberichtes (Bücher 1 bis 6)
- ²⁶ Vgl. HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 1: Grundlagenrecherche/Kriterienkatalog. Forschungsbericht. S. 1 ff
- ²⁷ Vgl. ROTH, C.; AL., e.: fertighauscity5+ – Typologische und technische Untersuchung zu mehrgeschossigen Holzbauweisen. Forschungsbericht – Forschungsinitiative Zukunft Bau. S. 1 ff
- ²⁸ Vgl. LENNARTSON, M.; BJÖRNFOT, A.: Step by Step Modularity – A Roadmap for Building Service Development. In: Development Lean Construction Journal., S. 1 ff
- ²⁹ Vgl. KIRNER, E.; ARMBRUSTER, H.; KINKEL, S.: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess – Baustein zur Prozessinnovation in KMU?. In: Mitteilung Nummer 40. S. 1 ff
- ³⁰ Vgl. <http://www.holzbauforschung.at/>. Datum des Zugriffs: 11.November.2017
- ³¹ Vgl. GIRMSCHIED, G.; SCHEUBLIN, F.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. In: CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction. S. 1 ff
- ³² Vgl. <http://www.hermann-kaufmann.at/v5/projekt/lct-one/>. Datum des Zugriffs: 11.November.2017
- ³³ Vgl. WINTER, S.; LECHNER, M.; KÖHLER, C.: Bauen mit WEITBLICK – Systembaukasten für den industrialisierten sozialen Wohnungsbau. Forschungsbericht. S. 1 ff
- ³⁴ Vgl. KAUFMANN, H.: Fit machen für systemisches Bauen. In: Mikado, 7/2013. S. 20 ff

zeigt sich, dass eine grundsätzliche Übertragungsproblematik allgemeiner baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Grundsätze des mineralischen Massivbaus auf den Holzbau vorliegt, da aufgrund der Spezifika in den Branchen- und Unternehmensstrukturen sowie den Produktions- und Umsetzungsprozessen von gänzlich anderen Rahmenbedingungen auszugehen ist. Daraus folgt die Erkenntnis, dass der Holzbau, wie er sich zurzeit darstellt, bauwirtschaftlich und baubetrieblich eklatante Rückstände zum konventionellen Massivbau aufweist.³⁵ Es erscheint somit unumgänglich, die Entwicklung baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Themen im Holzbau intensiv zu betrachten und die Erarbeitung der bauwirtschaftlichen Grundlagen, wie diese bei den meisten Baustoffen bzw. Bausystemen bereits seit geraumer Zeit entwickelt und mittlerweile etabliert sind, an dieser Stelle auch im Holzbau voranzutreiben. Es ist somit ein Ziel im Rahmen dieser Untersuchung die Forcierung und Aufbereitung der gewonnenen Erkenntnisse und Grundsätze für die praxisnahe Anwendung in der Planung und Ausführung von Holzbauten verstärkt weiterzuentwickeln.³⁶

³⁵ Vgl. HECK, D.: Kalkulation im Holzbau. In: Tagungsband 1. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2014 – Kosten und Kalkulation im Holzbau. S. 1 ff

³⁶ Vgl. KOPPELHUBER, J.: Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen. In: Tagungsband 10. Europäischer Kongress EBH 2017 – Forum Holz | Bau | Urban – Köln. S. 3

1.2 Wissenschaftliche Einordnung

Die wissenschaftliche Betrachtung baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Themen bewegt sich in einem Spannungsfeld zwischen theoretischer Untersuchung und praxisnaher Maßnahmen. Dabei kommt dem Bereich der theoretischen Überlegungen eine besondere Aufmerksamkeit zu, welche sich unter der Berücksichtigung von Expertenwissen oder aber auch konkreten Baustellenuntersuchungen und -beobachtungen auf die Erhebung von Umständen und Gesetzmäßigkeiten stützt.

Durch den Umstand, dass dieses Forschungsvorhaben die baubetrieblichen, bauwirtschaftlichen sowie auch baurechtlichen Rahmenbedingungen aber auch Tätigkeitsvarianten im Speziellen für den Holzsystembau betrachtet, um daraus ein Bauprozessmodell mit Handlungsalternativen für unterschiedliche Beteiligtenkreise abzuleiten, erfolgt eine Einordnung gemäß nachfolgendem Bild 1.1 in den Bereich der Realwissenschaften.

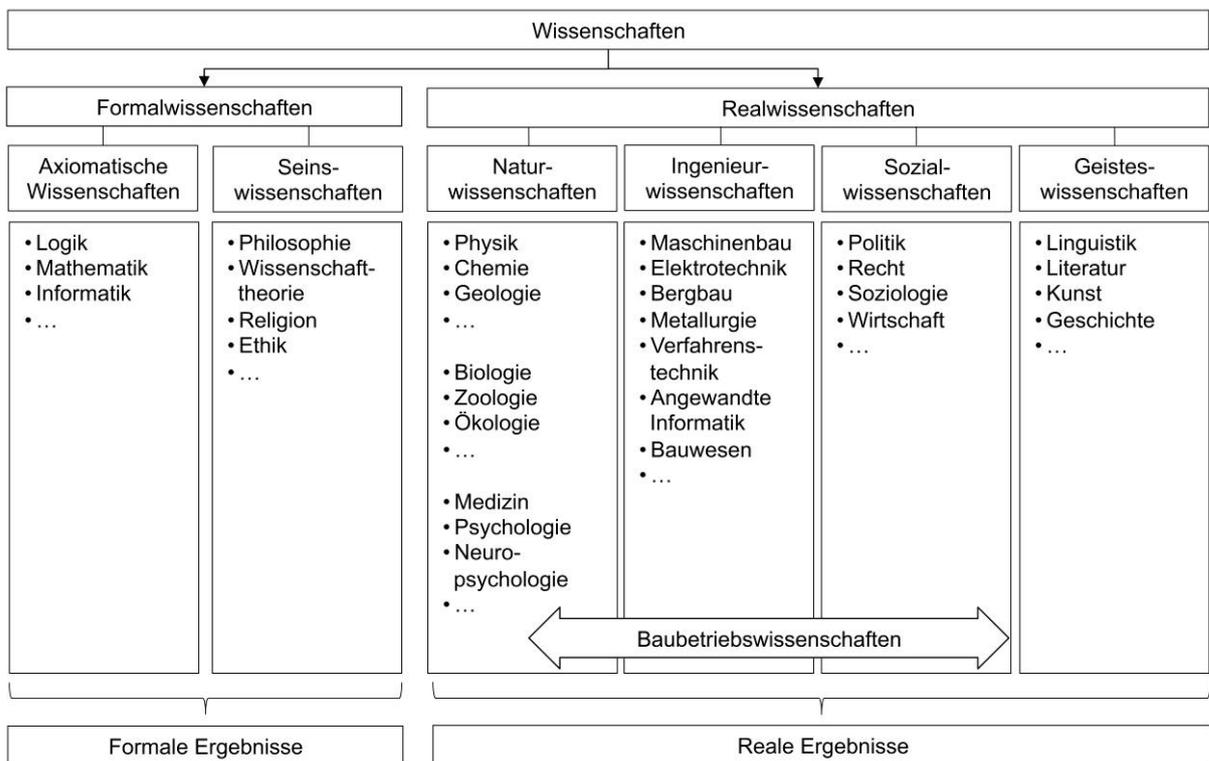


Bild 1.1 Zuordnung Baubetriebs- und Bauwirtschaftswissenschaften ³⁷

Dabei wird erkennbar, dass das gegenständliche Forschungsvorhaben als Teil der Baubetriebs- und Bauwirtschaftswissenschaften den Realwissenschaften zuzuordnen ist. Aufgrund des Fokus auf die bauwirtschaftliche

³⁷ WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. S. 6

Machbarkeit und diverse technische Voraussetzungen kann des Weiteren eine Zuordnung zu den anwendungsorientierten und interdisziplinären Ingenieurwissenschaften und teils auch den Sozialwissenschaften vorgenommen werden.³⁸

Der Versuch, Ausschnitte aus dem realen Umfeld einerseits zu beschreiben und andererseits zu präzisieren sowie mit Denk- und Handlungsmodellen zu untermauern, bedarf der Charakterisierung von Ergebnissen und der Erstellung von Modellen, welche den Formalwissenschaften entstammen und auf die Realwissenschaften übertragen werden.

Dabei gründen sich die Baubetriebs- und Bauwirtschaftswissenschaften auf empirisch-analytischen Vorgehensweisen, welche durch Erfahrungen, Experimente, Befragungen und Beobachtungen einzelne Themenfelder zergliedern, um in der Folge durch die Integration daraus gewonnener Erkenntnisse ein Erklärungsmodell zu formen. Dieses bildet für den Untersuchungsgegenstand im Weiteren sowohl die Entscheidungsgrundlagen als auch die zuordenbaren Handlungsalternativen ab.^{39, 40}

³⁸ Vgl. TAUTSCHNIG, A.; OSEBOLD, R.; BARGSTÄDT, H.-J.: BBB-Memorandum 2015: Aufgaben und Ziele für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement. In: Der Bauingenieur, Band 90/September 2015. S. 417

³⁹ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Forschungsmethodik in den Baubetriebswissenschaften. S. 47

⁴⁰ Vgl. ULRICH, P.; HILL, W.: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil I). In: WiSt – Zeitschrift für Studium und Forschung, Heft 7/1976. S. 305

1.3 Problemstellung

Die grundsätzliche Problematik der fehlenden bauwirtschaftlichen Betrachtungen im Holzbau ist vor allem dadurch begründet, dass im Holzbau in den vergangenen Jahren hauptsächlich technische Innovationen vorangetrieben wurden und wenig Aufmerksamkeit auf die auftretenden Bauprozessabläufe gelegt wurde. Des Weiteren verfolgen die im Holzbau agierenden Unternehmen wenig ganzheitliche Systemlösungsansätze, welche mit den Grundsätzen des Industriellen Bauens vergleichbar sind, was sich vor allem durch die Tatsache zeigt, dass im Holzbau vorwiegend die dominierenden Produktionsprozesse anstelle eines gesamtheitlichen Bauprozessmanagements federführend in der Entwicklung dieses Bereiches sind.^{41, 42}

Zusätzlich ist der Holzbau stark produktionsgesteuert, was sich aufgrund der großen Anzahl an ausführenden Fertigungsunternehmen sowie der im Vergleich dazu eher geringen Menge produzierender Unternehmen für Halfertigteile, also in Summe gesehen der Industrielle Holzbau, verdeutlichen lässt. Im Vergleich hierzu sind klassische Zimmereibetriebe teils eher auf die Ausführung und die Lösungsorientierung auf der Baustelle sensibilisiert, als dies bei Großunternehmen der Fall ist.⁴³ Erschwerend kommt hinzu, dass Produkte, wie bspw. Brettspertholz, zwar technisch gesehen als großartige Entwicklung zu verstehen sind, diese aber oftmals als Bausysteme mit hohem Vorfertigungsgrad seitens der Industrieunternehmen gepusht werden.⁴⁴ In diesem Zusammenhang kann jedoch respektive von einem Halfertigteil denn von einem Fertigteil oder gar einem fertigen Bausystem die Rede sein.

Erschwerend ist zudem die Tatsache einzustufen, dass in den vergangenen Jahren technisch neuartige Produkt- und Anlageninnovationen auf den Markt gekommen sind, welche sich noch nicht in klassischen baubetrieblichen Kennzahlen und bauwirtschaftlichen Schlüsselfaktoren, wie sie in anderen Bereichen seit Jahrzehnten in der Praxis gängig sind, widerspiegeln. Die Leistungsparameter beziehen sich derzeit fast ausschließlich auf firmeninterne Grundlagen und entbehren in vielen Fällen einer allgemein anerkannten wissenschaftlich begründeten Systematik. Somit gestaltet sich die Vergleichbarkeit zu den allgemeinen Grundsätzen der Bau- und Betriebswirtschaft in den meisten Fällen als schwierig.⁴⁵

⁴¹ Vgl. KOPPELHUBER, J. et al.: Industrialized Timber Building Systems for An Increased Market Share – A Holistic Approach Targeting Construction Management and Building Economics. In: *Procedia Engineering*, Volume 171. S. 333 ff

⁴² Vgl. KAUFMANN, H.: Fit machen für systemisches Bauen. In: *Mikado*, 7/2013. S. 20 ff

⁴³ Vgl. HECK, D.: Kalkulation im Holzbau. In: *Tagungsband 1. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2014 – Kosten und Kalkulation im Holzbau*. S. 1 ff

⁴⁴ Vgl. KAUFMANN, H.: Bauen mit Holz – Wege in die Zukunft. S. 96 ff

⁴⁵ Vgl. KOPPELHUBER, J.; SCHLAGBAUER, D.; HECK, D.: Cost calculation in prefabricated timber construction – process analysis on site and applicability for future projects. In: *Implementing Innovative Ideas in Structural Engineering and Project Management*. S. 1329 ff

Daher wird im Zuge dieses Forschungsvorhabens der Ansatz verfolgt, die vorhandenen Produktionssysteme hin zu Bausystemen des Holzbaus weiter zu entwickeln und die Schaffung von gesicherten Datengrundlagen sowie eindeutigen und belastbaren Bewertungssystemen unter bauwirtschaftlichen Gesichtspunkten grundlegend zu verankern und voranzutreiben. Dies beinhaltet zum einen die umfangreiche Erfassung von Daten und Informationen und darauf aufbauend die Herausbildung von Regelmäßigkeiten und Kriterien. Zum anderen bedarf es einer Überleitung dieser Grundsätze in ein geeignetes Modell, um daraus die Handlungsalternativen zu schließen. Die Lösung liegt dabei aus bauwirtschaftlicher Sicht in einer Entwicklung sowie Etablierung eines ganzheitlichen Bauprozessmanagements im Holzbau.⁴⁶

⁴⁶ Vgl. KOPPELHUBER, J.: Ausgewähltes aus dem Forschungsbereich Holzbau und Bauwirtschaft. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 3 ff

1.4 Zielsetzung

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines ganzheitlich angelegten Systemansatzes für den Industriellen Holzbau, welcher technisch begründet und wirtschaftlich optimiert für eine breite Anwendung im Holzsystembau geeignet ist. Dieser beinhaltet eine intensive baubetrieblich belegte Untersuchung der maßgebenden Einflussgrößen. Zusätzlich wird auch eine vertiefte bauwirtschaftliche Betrachtung zu jenen Faktoren durchgeführt, welche für den großvolumigen Holzbau, wie er derzeit im mehrgeschossigen Holzbau bzw. Ingenieurholzbau vorzufinden ist, die allgemein gültigen Grundsätze des Bauwesens speziell für den Holzbau adaptiert.

Die theoretische Betrachtung zahlreicher maßgebender Einflussfaktoren im Holzsystembau sollen dabei die Basis bilden, um künftig eine bereits technisch effiziente Bauweise auch baubetrieblich und bauwirtschaftlich zu optimieren und zu rationalisieren, damit der Einsatz in immer wiederkehrenden gleichen Prozessabläufen standardisiert stattfinden kann.

Die Grundlagen für diese Untersuchung bilden dabei die allgemein anerkannten baubetrieblichen Verfahren, welche darauf aufbauend vertieft für den Holzbau in standardisierter Form erfasst und dargestellt werden. Dies erfolgt im bauwirtschaftlichen Sinn mit dem Hintergrund, die relevanten Einflussgrößen für einen kostenoptimierten Einsatz zu generieren. Im Wesentlichen beinhaltet diese Betrachtung eine Prozessoptimierung während der einzelnen Phasen im Holzbau, von der Planung, über die Ausschreibung und Kalkulation, bis hin zur Ausführung unter Berücksichtigung baubetrieblicher und bauvertraglicher Komponenten. Dabei werden vor allem die Einflussgrößen der Vorfertigung, der Standardisierung in Form der Modularität, der Schnittstellen in den einzelnen Gewerken sowie der Digitalisierung der Planungs- und Ausführungsprozesse bis hin zu den zugrunde liegenden Geschäftsmodellen berücksichtigt.

Die dafür erforderlichen Schritte werden einerseits theoretisch betrachtet, andererseits mit einer für dieses Forschungsvorhaben durchgeführten Umfrage (Vgl. Kap. 5.5) und Expertenbefragungen (Vgl. Kap.5.4) sowie mittels konkreten Baustellenanalysen gemäß der Methodik nach REFA (Vgl. Kap. 5.3) untermauert und anhand einer Gesamtstruktur als Grundlage für ein Bauprozessmodell in Form einer Schnittstellenmatrix mit weiterführenden Entscheidungswerkzeugen inkl. der wesentlichen Einflussparameter umfassend dargestellt.

Es ist somit das Ziel dieses Forschungsvorhabens, mit Hilfe dieser Untersuchung die baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Auswirkungen und verfahrensabhängigen Einflussgrößen speziell für den Holzsystembau zu erfassen und strukturiert darzustellen, um für die konkrete Anwendung Entscheidungsunterstützungen und Handlungsansätze in den einzelnen Prozessabläufen zu bilden.

1.5 Forschungsfrage

Die positive Entwicklung des Holzbaus in den vergangenen Jahrzehnten fußt im Wesentlichen auf technischen Produktentwicklungen sowie der Mechanisierung und Automatisierung in der (Vor-)Fertigung. Die über die Jahre gewachsene Struktur von einer Vielzahl an gewerblichen, zumeist kleinstrukturierten ausführenden Holzbauunternehmen bewältigt neben den wenigen ausschließlich produzierenden Industrieunternehmen des Holzbaus ein immer umfangreicheres Bauvolumen. Gemeinsam mit den auf den Holzbau spezialisierten Architekten und Fachplanern bearbeiten sie mittlerweile eine Vielzahl an Projekten sowohl im In-, als auch im Ausland.

Die größer und komplexer werdenden Bauwerke und Konstruktionen bedürfen unter Berücksichtigung einer zunehmenden Materialvielfalt, einer Vielzahl an Normen und Regelwerken sowie dem wachsenden Bewusstsein der Auftraggeber in Bezug auf Kosten, (Bau-)Zeit und Qualität eine auf die Spezifika einzelner Gewerke umfassende Herangehensweise zur Lösung komplexer baulicher Zusammenhänge. Der Holzbau stellt in dieser Beziehung aufgrund jüngster technischer Entwicklungen sowie des stark gewerkeorientierten Vergabeprozederes eine Disziplin dar, welche neben den seit jeher bestehenden Vorbehalten gegenüber dem Baustoff Holz (Brand, Feuchte, Schall) zusätzlich die Herausforderung der Bewältigung der Komplexität nicht nur des eigenen Werkstoffes, sondern auch in Korrelation mit anderen Disziplinen zu bewerkstelligen hat. Diese Vielschichtigkeit bedarf im Speziellen im Holzbau einer vernetzten Denk- und Handlungsweise aller Beteiligten, welche neben den technischen Aspekten vor allem die bauwirtschaftlichen Wechselbeziehungen sowie die baubetrieblichen Szenarien baustoffadäquat und dennoch allgemeingültig in die Bauprozesse integriert.

Um diese ganzheitliche den gegenwärtigen Holzbau abbildende Leitvorstellung nicht nur als Herausforderung anzusehen, sondern hierfür auch ein Paradigma samt Handlungsalternativen zu generieren und schlussendlich realisieren zu können, gilt es im Zuge dieser Untersuchung folgende Forschungsfragen zu beantworten:

Welche Einfluss- und Prozessfaktoren dominieren den Holzsystembau unter Berücksichtigung der baubetrieblichen Einflussgrößen, bauwirtschaftlichen Schlüsselfaktoren und steuernden Geschäftsprozesse?

Welche Potenziale lassen sich im Holzsystembau in Bezug auf diese Einfluss- und Prozessfaktoren in den Bereichen der Planung, des Baubetriebs, des Industriellen Holzbaus, der Ausschreibung, Kalkulation und Kosten sowie im Bauvertragswesen und den Geschäftsmodellen erfassen und als Potenzialkriterien ableiten?

Unter welchen Voraussetzungen kann eine Entwicklung des industrialisierten Holzbaus hin zum Industriellen Holzbau im baubetrieblichen Sinne stattfinden und welche baubetrieblichen, bauwirtschaftlichen sowie managementspezifischen Maßnahmen sind hierfür notwendig?

Welche Handlungsbedarfe bestehen im Bereich der erhobenen Einfluss- und Prozessfaktoren zur Nutzung des Potenzials im Zuge der Entwicklung vom industrialisierten zum Industriellen Holzbau?

Ist es möglich unter Berücksichtigung sämtlicher Maßnahmen und Handlungsalternativen ein ganzheitliches Bauprozessmodell für den Holzsystembau abzuleiten, welches eine Prozess- und Bauablaufoptimierung unter Einbeziehung der Planer, Ausführenden und Auftraggeber ermöglicht?

Unter Berücksichtigung dieser Forschungsfragen werden den komplexen Zusammenhängen und Abhängigkeiten im Holzsystembau von der Planung, über die (Vor-)Fertigung, den Baubetrieb bis hin zum Projektabschluss erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt, um die Hürde einer baupraktischen Umsetzung eines Industriellen Holzbaus künftig zu überwinden.

1.6 Forschungsmethodik

Zur Erfassung der Problemstellung mit den dabei induzierten Forschungsfragen sowie der Erreichung der Zielsetzung bedarf es einer systematischen Vorgehensweise, welche durch die stetige Erkenntniserweiterung unter Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten des Untersuchungsgegenstandes das Verständnis in einem Themengebiet wissenschaftlich mit Daten und Informationen untermauert, um darauf aufbauend eine Modellbildung mit Lösungsvorschlägen und Handlungsvarianten vorzunehmen.

Dieses Forschungsvorhaben baut gemäß dem *hermeneutischen Regelkreis*⁴⁷ auf einem Vorverständnis durch analytische und empirische Untersuchungen auf, welche sich als Vorverständnis zur Ableitung der Fragestellungen auf fachlichen Austausch sowie empirischen Erfahrungen stützt. Die qualitative Analyse von Fachliteratur sowie die Studien von konkreten Bauprozessen in Anlehnung an wissenschaftliche Methoden bildet neben den zahlreiche Themengebiete umfassenden Expertenbefragungen zu Teilbereichen einzelner Fragestellungen das Vorverständnis. Durch eine Zunahme der Erkenntnisse werden diese laufend aufgrund analytischer und empirischer Untersuchungen gemäß einem deduktiven Vorgang erweitert. Unter Einbeziehung dieses adaptiven Vorverständnisses innerhalb des wiederkehrenden Regelkreises erfolgt eine stetige Erkenntniserweiterung, welche unter Zuhilfenahme einzelner Elemente des *Systems Engineering (SE)*⁴⁸ einerseits das vorhandene Wissen sichert, und andererseits die Basis für künftige Untersuchungen bildet. Dabei werden die vier Prinzipien des Systems Engineerings – vom Groben ins Detail (Modul 1), Variantenbildung (Modul 2), zeitliche Eingliederung in die Projektphasen (Modul 3) und den Problemlösungszyklen (Modul 4) – angewandt.

Unter Bedienung dieses hermeneutischen Regelkreises nach den Prinzipien des Systems Engineering wird – in Anlehnung an die pragmatische Problemstellung aus der Praxis heraus – durch eine stetige hermeneutische Verständniserweiterung ein ausreichend umfassender Kenntnisstand erzeugt, auf dem schlussendlich eine Modellbildung aufbauen kann.⁴⁹

⁴⁷ Unter einem hermeneutischen Regelkreis ist eine Methode zu verstehen, welche das jeweils bestehende Verständnis durch eine wiederkehrende, kreisförmige Vorgehensweise im Sinne einer Zirkelbewegung durch eine Erkenntniserweiterung ausdehnt. Diese Form des Verstehens ist eine wissenschaftliche kontrollierte Interpretation eines Kenntnisstandes, welcher unter Zuhilfenahme einer schrittweisen Verständniserweiterung eine Entwicklung von teils rudimentärem Bewusstsein durch Auslegung des (neuen) Ganzen und Interpretation desselben zu höherer Einsicht ermöglicht. Vgl. KOMETOVA, S.: Controlling langfristiger Projekte im kommunalen Immobilienmanagement – Eine multikategoriale Gestaltungsanalyse und Konzeption. S. 4

⁴⁸ Der Begriff Systems Engineering (SE) umfasst einen interdisziplinären Denkansatz, welcher es erlaubt, komplexe Systeme zu beschreiben und zu entwickeln bzw. große Projekte zu realisieren und damit eine systematische und transparente Abwicklung mit hoher Effizienz zu ermöglichen (Vgl. Kap. 6.1). Vgl. HABERFELLNER, R.; STELZMANN, E.: Systems Engineering: neu überdacht. In: WINGbusiness, Nr. 3/41. Jahrgang/ September 2008. S. 18

⁴⁹ Vgl. WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. S. 8 ff

Die Vorgehensweise dieses Forschungsvorhabens im Holzsystembau erfolgt aufbauend auf diesen Grundgedanken gemäß dem Prinzip im nachfolgenden Bild 1.2. Dabei zeigt sich, dass entsprechend den Prinzipien des Systems Engineering vom Groben ins Detail bzw. den Phasen von der Vorstudie, über die Hauptstudie bis hin zur Detailstudie die Grundlagen für die Systembildung geschaffen werden, welche in der Systemeinführung als Implementierung des entwickelten Bauprozessmodells die Basis für künftige Handlungen darstellt.

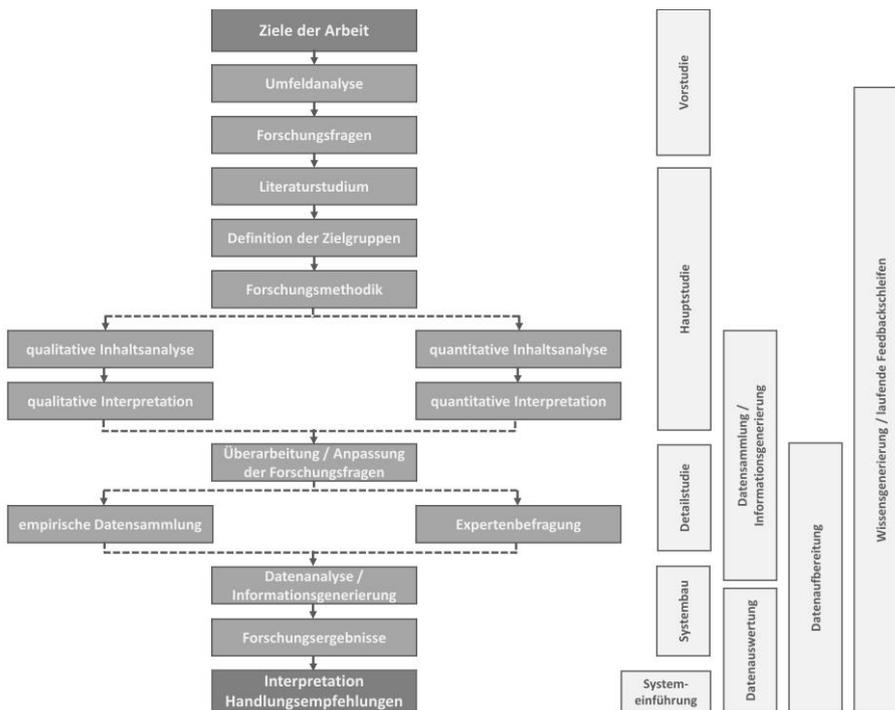


Bild 1.2 Prinzipielle Vorgehensweise im Forschungsvorhaben ⁵⁰

Diesem Prinzip folgend werden aufbauend auf der quantitativen und qualitativen Inhaltsanalyse der Themengebiete Bauprozessmanagement (Vgl. Kap. 2) sowie Industrielles Bauen (Vgl. Kap. 3) die Einflussgrößen und Schlüsselfaktoren im Speziellen für den Industriellen Holzbau betrachtet und anhand der Primärliteratur untermauert. Zur Erfassung der Prozessfaktoren werden im Rahmen der Vor- bzw. Hauptstudie die Ergebnisse einerseits aus Expertenbefragungen und andererseits aus Arbeitsstudien auf Baustellen sowie Forschungsprojekten herangezogen, um darauf aufbauend in der Detailstudie mittels einer übergeordneten Umfrage *Planen und Bauen mit Holz* exakte und ausführliche Ergebnisse abzuleiten. Die Methodik, welche in der Umfrage Anwendung findet bzw. die Grundlage für Arbeitsstudien bildet, wird in Kap. 5.3 bzw. Kap. 5.4 einge-

⁵⁰ weiterentwickelt aus: WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. S. 17 und GIRMSCHIED, G.: Forschungsmethodik in den Baubetriebswissenschaften. S. 348

hend erläutert. Sie bilden dabei auch den Ausgangspunkt für die breit angelegte im Jahr 2017 durchgeführte Umfrage. Der Zusammenhang gemäß der Phaseneinteilung im Forschungsvorhaben mit der Gliederung dieser Untersuchung ist gemäß der nachfolgenden Abbildung (Bild 1.3) dargestellt.

Dabei ist erkennbar, dass Kapitel 1 und 8 den Rahmen des Forschungsvorhabens bilden, in dem sie einerseits die Zielsetzung, die wissenschaftliche Einordnung, die Problemstellung, die Forschungsmethodik sowie die Abgrenzung beinhalten. Vervollständigt wird der Rahmen des Forschungsvorhabens durch eine zusammenfassende Darstellung des Potenzials im Holzsystembau sowie des entwickelten Bauprozessmodells.

Kapitel 2 und 3 beinhalten die Vor- und teilweise auch bereits die Hauptstudie, in dem sie die Grundlagen einerseits zum Bauprozessmanagement und den damit zusammenhängenden Begriffen und Systemen herstellen, sowie andererseits die technischen Aspekte des Industriellen Bauens eingehend beleuchten. Dabei treten in Kap. 2 vor allem die baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Komponenten in den Vordergrund, welche gemeinsam mit den Kennzeichen des Industriellen Bauens den allgemein gültigen Rahmen für den Industriellen Holzbau liefern.

In Kapitel 4 werden diese Grundsätze durch die Ableitung bzw. Zusammenführung der beiden vorangegangenen Kapiteln mit speziellem Fokus auf den Holzbau untersucht, wobei im Rahmen der Hauptstudie wiederum der Schwerpunkt auf den baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Elementen unter Einbeziehung der charakteristischen Attribute einzelner Geschäftsprozesse des Holzbaus liegt.

Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen in der Vor- und Hauptstudie wird in Kapitel 5 die Detailstudie dargestellt, welche die Ergebnisse zu den durchgeführten Expertenbefragungen der Vorstudie ebenso beinhaltet, wie die Ausprägungen der Arbeitsstudien auf konkreten Baustellen. Diese stellen in Kombination mit der Analyse der Literatur sowie Ableitungen aus Forschungsergebnissen die Basis für die eigens durchgeführte übergeordnete Umfrage *Planen und Bauen mit Holz* dar, welche mit ihren Erkenntnissen das Ergebnis der Detailstudie bildet.

Die in Kapitel 6 durchgeführte Potenzialdarstellung unter Einbeziehung der Ergebnisse aus der Detailstudie formt unter Einbeziehung eines Referenzmodells die Grundlage für die Ableitung des Bauprozessmodells im Rahmen des Systembaus in diesem Kapitel. Dieses bildet demnach den Kern dieses Forschungsvorhabens, um unter Anwendung der Handlungsalternativen eine Prozess- und Bauablaufoptimierung im Holzsystembau zu ermöglichen.

<p>Kap. 1 Einleitung und Problemstellung</p>	<p>1.1 Ausgangssituation und Hintergrund 1.2 Wissenschaftliche Einordnung 1.3 Problemstellung 1.4 Zielsetzung 1.5 Forschungsfrage 1.6 Forschungsmethodik 1.7 Abgrenzung</p>	<p>Rahmen des Forschungsvor- habens</p>
<p>Kap. 2 Grundlagen des Bauprozess- managements</p>	<p>2.1 Grundsätze des Bauprozessmanagements 2.2 Planung als Teil des Bauprozessmanagements 2.3 Ausschreibung und Kalkulation als Teil des Bauprozessmanagements 2.4 Baubetrieb und Ausführung als Teil des Bauprozessmanagements 2.5 Geschäfts- und Unternehmensmodelle als Teil des Bauprozessmanagements</p>	<p>Vor- bzw. Hauptstudie</p>
<p>Kap. 3 Grundlagen des Industriellen Bauens</p>	<p>3.1 Grundsätze des Industriellen Bauens 3.2 Erfolgsfaktor Industrielles Bauen 3.3 Kennzeichen des Industriellen Bauens 3.4 Merkmale des Industriellen Bauens 3.5 Grundsätze zu Lean Construction</p>	<p>Vor- bzw. Hauptstudie</p>
<p>Kap. 4 Einleitung und baube- triebliche Bestands- aufnahme des Industriellen Holzbaus</p>	<p>4.1 Grundsätze des Industriellen Holzbaus 4.2 Ausgangslage im Holzbau 4.3 Planung im Holzbau 4.4 Ausschreibung und Kalkulation im Holzbau 4.5 Baubetrieb im Holzbau</p>	<p>Hauptstudie</p>
<p>Kap. 5 Empirische Untersuchung der Prozess-faktoren im Industriellen Holzbau</p>	<p>5.1 Ziel und Gliederung der empirischen Untersuchung 1.2 Wissenschaftliche Einordnung 5.3 Empirische Datenerhebung mittels Arbeitsstudien nach REFA 5.4 Empirische Datenerhebung mittels Expertenbefragungen 5.5 Empirische Datenerhebung mittels Umfrage 5.6 Ergebnisdarstellung der empirischen Datenerhebung mittels Umfrage 5.7 Fazit der empirischen Untersuchung</p>	<p>Detailstudie</p>
<p>Kap. 6 Ableitung des Bauprozessmodells für den Holzsystembau</p>	<p>6.1 Prozessmodell und Modellierung 6.2 Ableitung eines Referenzmodells 6.3 Potenzialdarstellung aufgrund der Datenerhebungen 6.4 Optimierungsmöglichkeiten im Holzsystembau 6.5 Bauprozessmodell im Holzsystembau</p>	<p>Systembau</p>
<p>Kap. 7 Implementierung des Bauprozess-modells im Holzsystembau</p>	<p>7.1 Organisationsstruktur im Holzsystembau 3.2 Erfolgsfaktor Industrielles Bauen 7.3 Entscheidungsstrukturen im Holzsystembau 7.4 Baubetriebssysteme im Holzsystembau</p>	<p>System- einführung</p>
<p>Kap. 8 Fazit und Ausblick</p>	<p>8.1 Potenzial des Holzsystembaus 8.2 Potenziale des Bauprozessmodells im Holzsystembau 8.3 Resümee und Blick in die Zukunft</p>	<p>Rahmen des Forschungsvor- habens</p>

Bild 1.3 Gliederung des Forschungsvorhabens

In Kapitel 7 wird die Systemeinführung durch die Implementierung des abgeleiteten Bauprozessmodells in die Organisationsstrukturen des Holzsystembaus vorgenommen. Dabei treten einerseits Erfolgsfaktoren ebenso in den Vordergrund wie Potenzialkriterien, welche die Entscheidungsstrukturen und Handlungsalternativen in einem Bauprozessmodell des Holzsystembaus bilden.

Diese Themenbereiche stellen den inhaltlichen Umfang dar, welcher zur Beantwortung der Forschungsfragen dieses Forschungsvorhabens erforderlich sind. Durch die Anwendung der gewählten Forschungsmethodik ist es möglich, unter Zuhilfenahme des hermeneutischen Zirkels kontinuierlich den Kenntnisstand zu erweitern, welcher letztlich im Bauprozessmodell und dessen Implementierung im Holzsystembau Eingang findet und dabei die maßgeblichen Einflussgrößen bildet.

1.7 Abgrenzung

Dieses Forschungsvorhaben umfasst den großvolumigen Holzbau sowie den Holzsystembau, wie er in zahlreichen Großprojekten in Form des industrialisierten Holzbaus zurzeit Anwendung findet. Die Untersuchung beschränkt sich somit auf den Bereich des Industriellen Holzbaus, welcher das herkömmliche, als traditionell einzustufende Zimmereigewerbe bzw. die weit verbreitete Fertighausindustrie lediglich zu einem geringen Teil umfasst. Allerdings werden sowohl die Ansätze der maschinellen Entwicklungen und Fertigungsprozesse der Fertighausindustrie, als auch die zugrunde liegenden Montagesysteme und Arbeitsabläufe des klassischen Zimmereibereiches in die Betrachtungen mit aufgenommen, um die sich daraus ergebenden Vorteile und Potenziale auch für den großvolumigen Industriellen Holzsystembau nutzbar zu machen.

Diese Untersuchung sowie die geplante Weiterentwicklung umfasst den gesamten Bereich des Hochbaus, das Feld des Ein- und Zweifamilienhausbaus wird jedoch lediglich peripher behandelt. Es ist das Ziel, vor allem den großvolumigen mehrgeschossigen Wohn-, Büro- und Kommunalbau sowie den großvolumigen Ingenieurholzbau, mit Ausnahme des Holzbrückenbaus, mit seinen spezifischen technischen und organisatorischen Anforderungen sowie fertigungsbestimmenden Charakteristika zu betrachten. Das Forschungsvorhaben fokussiert sich dabei auf die baubetrieblichen, bauwirtschaftlichen und bauvertraglichen Faktoren mit all ihren Einflussgrößen und Rahmenbedingungen. Daneben spielen die Geschäftsprozesse mit all ihren Kern- und Support- sowie auch den Managementprozessen eine maßgebliche Rolle in der Ableitung des Bauprozessmodells. Daher spielt der große und in den vergangenen Jahren bereits sehr intensiv beforschte Bereich der Materialkunde und der Tragwerksbemessung lediglich eine untergeordnete Rolle, wobei für eventuell erforderliche Zusammenhänge diese Fachbereiche durchaus als Basis herangezogen werden.

Der im Holzbau vor allem in der Herstellung zahlreicher Produkte erforderliche sehr umfangreiche hochtechnisierte Maschinen- und Anlagenbau wird lediglich insoweit betrachtet, als er für die baubetriebliche Untersuchung vor allem während der Produktionsphase und in den zur Baustelle vorgelagerten Prozessen vonnöten ist. Eine vertiefende Betrachtung der Mechanisierung im Sinne des Maschinen- und Anlagenbaus ist an dieser Stelle nicht Teil der Untersuchung. Die Prozessoptimierung sowie die Prinzipien entlang der Mechanisierung werden jedoch sehr wohl als Basis für die Entwicklungen im Bauprozess eines künftig optimierten industrialisierten Holzsystembaus herangezogen.

2 Grundlagen des Bauprozessmanagements

Die Komplexität von Bauwerken mit den zugehörigen Bauprozessen fordert alle Beteiligten am Bau in großem Maße. Bauwerke sind zumeist Unikate und stellen damit individuelle und sehr hohe Anforderungen an die Planung und Ausführung, welche meistens repetitiv im Detail, letztlich aber immer wieder neuartig die Summe der Einzelheiten beschreibend sind. Daher stellt das Planen und Bauen eine Disziplin dar, welche mit Kreativität Lösungen an den Tag bringt und zusätzlich eine Denkweise bedingt, die nicht die isolierte Betrachtung einzelner Parameter, sondern des gemeinsamen Zieles erfordert. Diese sich ständig wandelnden Umgebungsbeziehungen und Umwelteinflüsse führen zu Strategien, welche in zahlreichen Fällen den eigentlich zu bewältigenden Aufgaben nicht gerecht werden.⁵¹

Demnach ist Bauen als hochkomplexe Aufgabe mit mannigfaltigen Ausdehnungen anzusehen, bei welcher die folgenden Parameter wesentliche Kennzeichen dieses Umfeldes darstellen:⁵²

- weitläufige Vernetzung mit wechselseitiger Beziehung zum System
- großer Wissens- und Technologieinnovationsbedarf
- erhöhtes Zielerreichungsrisiko
- starke Dynamik in den Rahmenbedingungen
- anspruchsvolle Interdisziplinarität
- lange Realisierungszeiträume mit erheblicher Nach- und Auswirkung
- hohe Relevanz in Bezug auf die Bedarfsbefriedigung
- Stückzahl 1 / Unikatgedanke

Diese beispielhaft angeführten Einflussgrößen stellen in der Abwicklung von Bauvorhaben grundsätzliche Herausforderungen an die Beteiligten – in Bezug auf deren Entwürfe, Analysen, Steuerungen und Kontrollen einzelner Prozesse zumeist dahinter liegender abstrakter Systeme – dar. Demnach gilt es, für die Bewältigung dieses Konglomerats an Aktivitäten und Abläufen, Strukturen und Zusammenhänge im Vorfeld zu definieren, welche in der Lage sind, derartige Komplexität mit verständlichen Mitteln

⁵¹ Vgl. KOCHENDÖRFER, B.; LIEBCHEN, J. H.; VIERING, M. G.: Bau-Projekt-Management. S. 14

⁵² Vgl. PATZAK, G.: Systemtheorie und Systemtechnik im Projektmanagement. In: Handbuch Projektmanagement – Band 1. S. 27 ff

und einfach handhabbaren Werkzeugen zu steuern und bei Bedarf diese Mechanismen anzupassen.⁵³

In diesem Zusammenhang tritt die Frage nach geeigneten Strukturen und Steuerungsmechanismen auf. Demnach scheint es möglich und zielführend, sich der Lehre der *Kybernetik* zuzuwenden, um die Anpassungsfähigkeit an die sich ständig ändernden Rahmenbedingungen innerhalb eines Projektes abzubilden. Unter Kybernetik wird nach seinem Begründer *Norbert Wiener*⁵⁴ Folgendes verstanden: „*Kybernetik ist die Lehre von Systemen, d.h. Gebilden, deren einzelne Teile miteinander in einer Wechselwirkung stehen (z.B. Menschen und Maschinen in einem Betrieb)*“.⁵⁵ (Vgl. Kap. 3.3.1)

Das Zustandekommen der Komplexität innerhalb eines Bauvorhabens ist im Wesentlichen dadurch bedingt, dass sich die Beteiligten in annähernd jedem Bauvorhaben ändern bzw. neue Positionen einnehmen und somit geänderte Funktionen erfüllen. Die Anzahl an Schnittstellen zwischen diesen Haupt-Beteiligten sowie den zahlreichen Unternehmen und Personen, die lediglich peripher im Bauprojekt involviert sind, bedingen ein System mit transparenter Struktur, eindeutigen Schnittstellen und Verantwortlichkeiten, das zudem dynamisch anpassbar ist.

Im Kontext der Beherrschung derartiger Zusammenhänge scheint es demnach unabdingbar, sich dem Thema des Managements all jener erforderlichen Prozesse zu widmen, welche die technischen, rechtlichen, ästhetischen, funktionalen, ökonomischen, ökologischen und sozio-kulturellen Randbedingungen und Anforderungen umfassen. Die Herstellung von Gebäuden erfordert ein großes Maß an Fachwissen, Kenntnissen der Zusammenhänge, aber auch Verständnis den anderen gegenüber, um die eigentliche Bauaufgabe bestmöglich zu können. Parallel ablaufende Aktivitäten scheinen vor allem für Außenstehende oftmals nicht abgestimmt: Einerseits wird den Interessen und Zielen der Einzelnen im Managementgefüge des Bauvorhabens zu wenig Platz eingeräumt, andererseits gilt es den Fokus auf die Gesamtorganisation sowie deren Aufgaben zu legen und die Flexibilität in der Gestaltung zu bewahren.⁵⁶

Dabei scheint es wesentlich, sich dem Thema der Prozesse, der Prozessstrukturen sowie dem Management selbiger vertiefend zu widmen, um sowohl die Zusammenhänge als auch die Schwachstellen zu erkennen und mit gegensteuernden Maßnahmen rechtzeitig den Erfolg im Bauprojekt

⁵³ Vgl. KOCHENDÖRFER, B.; LIEBCHEN, J. H.; VIERING, M. G.: Bau-Projekt-Management. S. 14

⁵⁴ Der amerikanische Mathematiker Norbert Wiener (1894 – 1964) wurde als Begründer der Kybernetik bekannt. Er beschäftigte sich in seinen Studien mit automatischen Flugabwehrgeschützen, was ihn zur Problematik der Kommunikationstheorie brachte, um die Komplexität von Zusammenhängen auch mittels philosophischer Ansätze zu vernetzen. Vgl. SCHEFOLD, B.; PEUKERT, H.: Norbert Wiener (1894-1964). In: Präsentation im Rahmen des Seminars Theorien von Wirtschaft und Gesellschaft im 20. Jahrhundert, 2001. S. 1 ff

⁵⁵ <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/kybernetik/kybernetik.htm>. Datum des Zugriffs: 25.November.2017

⁵⁶ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 4 ff

gewährleisten zu können. Somit wird die Disziplin des Bauprozessmanagements als jenes Instrument innerhalb dieser Untersuchung angesehen, welches die notwendigen Managementgrundsätze und Werkzeuge vereint, um die Komplexität in der Bauwerkerrichtung nachvollziehbar, anpassbar und dynamisch zu gestalten. Besonders für den Baustoff Holz bzw. den dabei beteiligten Akteuren ist eine Methode zur Verfügung zu stellen, mit der eine verstärkte Professionalisierung in der Holzbau-Branche betrieben werden kann.

Im vorliegenden Kapitel 2 werden die Grundsätze dieses Bauprozessmanagements thematisch eingeordnet, die Ziele, Einflussfaktoren und Auswirkungen definiert und die zugrunde liegenden Prozesse in allen Unternehmensebenen erläutert. Die Beteiligten in diesem Prozess spielen dabei eine wesentliche Rolle, wie die zu bewältigenden Aufgaben in der Planung, Ausschreibung und Kalkulation sowie in der eigentlichen Bauabwicklung, dem Baubetrieb. Schlussendlich schließt sich der Kreis des Bauprozessmanagements mit den Themen der Geschäftsmodelle und vereint deren Entwicklungen, mit den handelnden Akteuren mitsamt ihren Aufgaben und Verantwortlichkeiten und den Visionen derartiger Managementsysteme. Diese bilden die Basis für die Betrachtung der Systeme im Holzbau unter bauwirtschaftlichen Gesichtspunkten, um mögliche Handlungsfelder und Alternativen zu derzeitigen Ordnungsprinzipien und Organisationsformen abzuleiten.

2.1 Grundsätze des Bauprozessmanagements

Der prozess- bzw. managementorientierte Ansatz in der (Betriebs-)Wirtschaft, welcher mittlerweile in weite Teile des Bauwesens Eingang gefunden hat, bildet eine grundlegende Basis zur Bewältigung der umfassenden Aufgaben innerhalb eines Bauvorhabens. Es erscheint dabei nicht mehr zeitgemäß, aufgrund von oftmals zufällig gefällten Entscheidungen Einzelner und manchmal willkürlich erscheinender Konstellationen Ergebnisse hervorzubringen, welche nicht dem gewünschten Resultat entsprechen und auch nicht die Zielvorgaben erfüllen.⁵⁷ Daher ist es wesentlich, die Grundsätze, Voraussetzungen und Einflussgrößen des Bauprozessmanagements näher zu beleuchten, um somit eine begründete Einordnung dieser Prinzipien für die weitere Verwendung zu gewährleisten.

2.1.1 Thematische Einordnung

Die normativ-strategische Ausrichtung einer Organisation bzw. eines Unternehmens erfordert eine gemeinsame Prozessstruktur, welche anhand von Managementprozessen eine vorrangig projektübergreifende Ebene bildet, um damit den Kontext für die operative Durchführung zu gestalten. Die dafür erforderlichen Managementprozesse werden durch die Akteure im operativen Management definiert, in dem die Rahmenbedingungen, die Spielregeln sowie auch die Abgrenzung zur Gestaltung aller Geschäftsprozesse eindeutig beschrieben und bindend vereinbart werden.⁵⁸

Die dafür erforderlichen Prozesse werden dabei als abteilungsübergreifende Abläufe verstanden, wobei sie grundsätzlich zur Erreichung der Unternehmensziele beitragen und durch ein Leistungs-Soll beschrieben werden können. Allerdings stellt die Darstellung einer Ablauforganisation noch kein Managementsystem dar. Alle Prozesse müssen auf die eigentlichen Unternehmensziele hin ausgerichtet sein, damit ein differenziertes Managementsystem vorliegt.⁵⁹ Die darin eingebetteten Prozesse stellen die Verbindung zwischen dem eigentlichen Leistungsziel und dem erwartbaren Leistungsergebnis anhand einer Prozesslandkarte dar. Die Prozesskategorisierung und notwendige Prozessstruktur gestaltet sich individuell entsprechend der Unternehmenskultur bzw. -vision.

Eine Prozesslandkarte kann demnach gemäß nachfolgendem Bild 2.1 beispielhaft verstanden bzw. gegliedert werden:

⁵⁷ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 4 ff

⁵⁸ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 7

⁵⁹ Vgl. ZILCH, K. et al.: Bauwirtschaft und Baubetrieb. S. 601

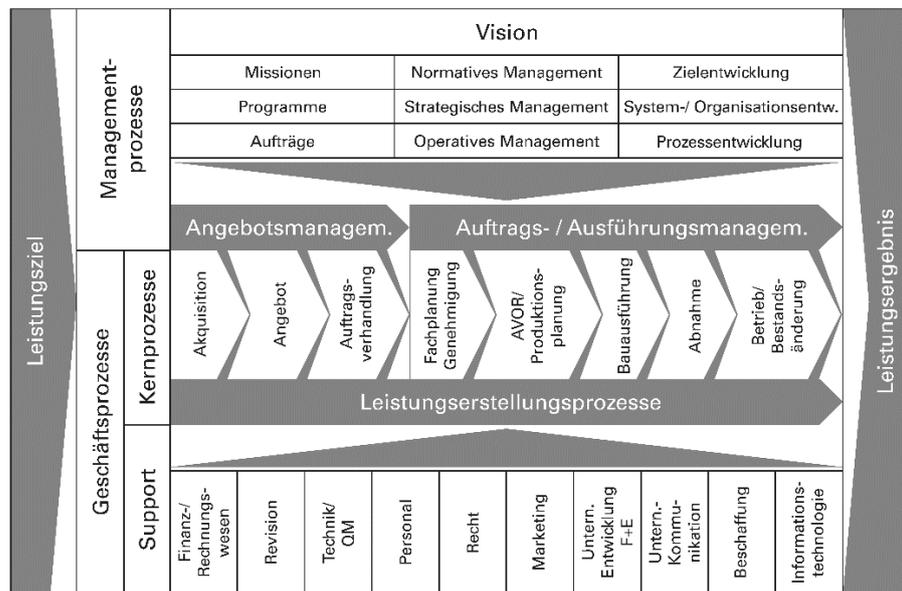


Bild 2.1 Beispiel einer Prozesslandkarte in einer Bauorganisation ⁶⁰

Entsprechend dieser Prozesslandkarte sind die Grundlagen für prozessorientierte Managementsysteme jene standardisierten Prozesse, welche zu repetitiven Ergebnissen führen. Voraussetzung hierfür ist allerdings die Transparentmachung von Zielen und Regeln für die grundsätzlichen Prozesse, um damit eine langfristige Leistungserhöhung zu generieren.⁶¹

Die generelle Richtungsentscheidung, welche Prozesse als relevant einzustufen sind und welche Prozesse flankierend wirken, kann das Management vor die Frage stellen, nach welchen Gesichtspunkten diese auszusuchen sind. Dabei können die Grundsätze einerseits nach der Norm für Qualitätsmanagement ÖNORM EN ISO 9001: Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen ⁶², welche aufgrund der Begriffsverwendung jedoch von Unternehmen und deren Mitarbeitern oftmals zu Verwirrung bzw. Nicht-Identifikation führt. Andererseits können diese mithilfe von Unternehmenszielen gewählt und evaluiert werden. In diesem Fall kann das Management die wesentlichen Unternehmensprozesse filtern und deren Beitrag zur Realisierung der Unternehmensziele identifizieren. An dieser Stelle zeigt sich, dass ein prozessorientiertes Bauunternehmensmodell eine wesentliche Hilfestellung zur Implementierung einer Prozess-Unternehmenskultur leisten kann, wie dies nachfolgendes Bild 2.2 veranschaulicht.

⁶⁰ GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. S. 6

⁶¹ Vgl. ZILCH, K. et al.: Bauwirtschaft und Baubetrieb. S. 601

⁶² Vgl. INSTITUTE, A. S.: ÖNORM EN ISO 9001 (Ausgabe: 2015-11-15) Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen. S. 1 ff

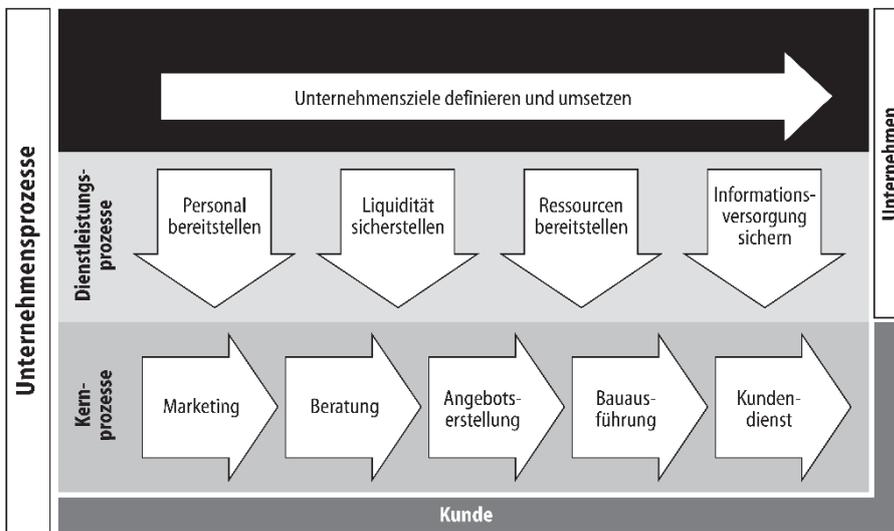


Bild 2.2 Beispiel für ein prozessorientiertes Bauunternehmensmodell ⁶³

Es ist eine Frage der Unternehmensstruktur und -kultur, inwieweit der Prozessgedanke fortgeschritten ist und auch in der täglichen Umsetzung gelebt wird. Es wird erkennbar, dass ein vermehrt prozesshierarchisches Denken die Effektivität und Effizienz ⁶⁴ sowie den Unternehmenserfolg steigern kann. Damit lässt sich auch das zugrunde liegende Prozessmodell validieren, um mit den quantitativen und qualitativen Zielvorgaben sowie einem geeigneten Kennzahlensystem eine Qualitätsbeurteilung der Geschäftsprozesse im Sinne der Unternehmensvision zu gewährleisten.

2.1.2 Begriffliche Abgrenzung

Das Thema des Bauprozessmanagements weist durch die Dynamik der am Markt agierenden Unternehmen, sowie durch die große Anzahl an Schnittstellen, zahlreiche Randbedingungen in Projekt- und Prozessorganisationen auf, welche aufgrund des Unikat-Prinzips bei Bauprojekten weitreichende Komplexität mit sich bringen. Daher treten in diesem Zusammenhang Begriffe und Definitionen in teils unterschiedlicher Weise auf, welche in der Theorie, aber auch in der Praxis verschiedenartig verwendet, verstanden und interpretiert werden. Um in der weiteren Betrachtung dieselbe Basis vorzufinden, werden nachfolgend einige grundsätzliche Begriffe im Zusammenhang mit dem Bauprozessmanagement erläutert.

⁶³ ZILCH, K. et al.: Bauwirtschaft und Baubetrieb. S. 602

⁶⁴ Unter Effektivität wird auch die Wirksamkeit bzw. ein Beurteilungskriterium verstanden, welches das Verhältnis vom Erreichten zum definierten Ziel umfasst. Im Gegensatz dazu beschreibt die Effizienz die Einsparung, den rationellen Umgang bzw. die Kosten-Nutzen-Relation. Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 825 ff

2.1.2.1 Prozess

Der US-amerikanische Managementwissenschaftler *Thomas H. Davenport* beschreibt den Begriff *Prozess* folgendermaßen: „A process is [...] a specific ordering of work activities across time and place, with a beginning, an end, and clearly identified inputs and outputs: structure for action.“⁶⁵ Der Begriff des *Prozesses* umfasst somit „[...] eine Reihe von Aktivitäten, die untereinander in Verbindung stehen und aus einer Reihe von Eingaben ein Ergebnis für den Prozesskunden erzeugen.“⁶⁶ Ein Prozess ist somit eine Folge von Schritten, welche aus einer Anzahl an Inputs durch die Umwandlung und Transformation ein Ergebnis, also einen Output erzeugen (Vgl. Kap. 3.3.1).

Im Allgemeinen wird unter einem Prozess „[...] eine Reihe von Aktivitäten verstanden, die aus einem definierten Input ein definiertes Ergebnis (Output) erzeugt. Als Input benötigt ein Prozess Einsatzfaktoren, wie z.B. Arbeitsleistung, Betriebsmittel (Maschinen, Gebäude), Energie, Werkstoffe (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe) und Informationen. Als Output entstehen Produkte und Dienstleistungen.“⁶⁷ Die ÖNORM EN ISO 9000: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe⁶⁸ definiert im Vergleich dazu den Prozess als „Satz zusammenhängender oder sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben zum Erzielen eines vorgesehenen Ergebnisses verwendet.“⁶⁹ Dabei hängt es vom jeweiligen Kontext ab, ob das Ergebnis eines Prozesses ein Produkt oder eine Dienstleistung ist. Es zeigt sich, dass der Prozess als „inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge an Aktivitäten, die zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objektes notwendig sind.“⁷⁰ zu verstehen ist. Der Prozess kann somit als kybernetischer Regelkreis⁷¹ (Vgl. Kap. 2) angesehen werden.⁷²

⁶⁵ DAVENPORT, T. H.: Process innovation: reengineering work through information technology. S. 5

⁶⁶ FÜERMANN, T.: Prozessmanagement . S. 1

⁶⁷ SCHMELZER, H. J.; SESSELMANN, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufrieden stellen – Produktivität steigern – Wert erhöhen. S. 63

⁶⁸ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN ISO 9000 (Ausgabe: 2015-11-15) Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe. S. 1 ff

⁶⁹ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN ISO 9000 (Ausgabe: 2015-11-15) Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe. S. 23

⁷⁰ BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMANN, M.: Prozessmanagement – Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. S. 6

⁷¹ Unter einem kybernetischen Regelkreis ist ein Modell der Kybernetik (Systemlehre) zu verstehen, welcher sich aus einem Ziel in Form des Sollwertes besteht, aus einer Aktivität in Richtung des Zieles, aus einer Messung des bisher Erreichten inkl. Rückmeldung dessen an die Regulations-Zentrale und aus einer Korrektur im Falle einer Abweichung des Rückgemeldeten inkl. weiterer Aktionen zur Erreichung des ursprünglichen Zieles zusammensetzt. Dabei besteht das Modell aus einem Regler (Vorgesetzten), welcher das Ziel vorgibt und seinen Mitarbeitern, die er mittels Informationen steuert. Durch den Vergleich (Rückkoppelung) von Soll- und Istwerten (Regelgrößen) kann bei Nichteinhaltung bzw. Nichterreichung des Zieles eine Korrektur vorgenommen werden. Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/regelkreis/regelkreis.htm>. Datum des Zugriffs: 21.November.2017

⁷² Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. XL

Demzufolge ist der *Geschäftsprozess* nicht nur der Ablauf innerhalb eines Betriebs bzw. Unternehmens⁷³, welcher vor allem durch die Anforderungen des Kunden geprägt wird, sondern eine Verknüpfung von wertschöpfenden Aktivitäten, welche wiederum Leistungen bedingen, die vom Kunden schlussendlich auch erwartet werden. Der Geschäftsprozess definiert sich somit als „sachlogische Abfolge von betrieblichen Wertschöpfungselementen mit definiertem Leistungsumfang zur Erzeugung von Kundennutzen.“⁷⁴ Er ist des Weiteren „wiederholbar, hat einen verantwortlichen Prozess-Eigner und verfügt über alle dazu notwendigen Ressourcen sowie Informationen“.⁷⁵

Das nachfolgende Bild 2.3 gibt einen Überblick über die Definitionen für die Begriffe Prozess, Geschäftsprozess, Unterstützungs- und Managementprozess gemäß *Rüegg-Stürm* anhand des *St. Galler Management-Modells*⁷⁶:

<p>Unter einem Prozess verstehen wir eine Menge (oder ein System) von Aufgaben, die in einer mehr oder weniger standardmäßig vorgegebenen Abfolge zu erledigen sind (Aufgabenkette) und deren Bewältigung durch den Einsatz von Informationssystemen maßgeblich unterstützt werden kann.</p>
<p>Geschäftsprozesse verkörpern den praktischen Vollzug der marktbezogenen Kernaktivitäten einer Unternehmung, die unmittelbar auf die Stiftung von Kundennutzen ausgerichtet sind.</p>
<p>Unterstützungsprozesse dienen der Bereitstellung der Infrastruktur und der Erbringung interner Dienstleistungen, die notwendig sind, damit Geschäftsprozesse effektiv und effizient vollzogen werden können.</p>
<p>Managementprozesse umfassen alle grundlegenden Managementaufgaben, die mit der Gestaltung, Lenkung (Steuerung) und Entwicklung einer zweckorientierten soziotechnischen Organisation zu tun haben. Mit anderen Worten vollzieht sich in den verschiedenen Managementprozessen die unternehmerische Führungsarbeit - von wem auch immer diese geleistet wird. Dazu zählen z.B. sämtliche Planungs-, Koordinations- und Qualitätssicherungs- und Controllingtätigkeiten für die einzelnen Geschäfts- und Unterstützungsprozesse.</p>

Bild 2.3 Prozessdefinitionen – *St. Galler Management-Modell*⁷⁷

Diesen grundsätzlichen Definitionen folgend ist das Unternehmen an sich als ein Prozess zu verstehen, in welchem es zur Umwandlung der einge-

⁷³ Der Begriff Betrieb beschreibt i.A. eine örtliche, technisch organisatorische, also eine Organisationseinheit, welche etwas herstellt, um einen Bedarf zu decken. Im Gegensatz dazu versteht sich das Unternehmen als wirtschaftlich rechtliche bzw. finanziell juristische Einheit, welche nach dem Prinzip der Gewinnmaximierung bzw. dem Angemessenheitsprinzip der Gewinnerzielung agiert und aus mehreren Betrieben bestehen kann. Vgl. GÄBLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 438, 3271

⁷⁴ VORBACH, S.: Prozessmanagement. S. T1 / F2

⁷⁵ VORBACH, S.: Prozessmanagement. S. T1 / F2

⁷⁶ Das St. Galler Management-Modell wurde ab dem Jahr 1960 im Rahmen der systemtheoretischen Managementlehre von zahlreichen Wirtschaftswissenschaftlern mit ihren Denkansätzen stetig weiterentwickelt und umfasst die Gliederung der Aufgaben einer Unternehmensführung in den drei Managementebenen – normatives, strategisches und operatives Management. (Vgl. Kap. 2.1.2.4). Vgl. <https://www.sgmm.ch/>. Datum des Zugriffs: 26.November.2017

⁷⁷ SCHUH, G. et al.: Prozessmanagement. In: Strategie und Management produzierender Unternehmen – Handbuch Produktion und Management 1. S. 362

setzten Ressourcen, wie Material, Personal, Kapital und Wissen nach vorher festgelegten Regeln in Produkte und Dienstleistungen kommt. Dabei wird jedoch ersichtlich, dass diese Wechselwirkungen aufgrund der einzelnen Prozesse stärker zu segmentieren sind, wobei es dabei unabhängig von der Branche bzw. der Unternehmensgröße und -komplexität zielführend erscheint, zumindest die Hauptprozesse zu definieren. Dabei können die Definitionen in Bild 2.3 eine Hilfestellung bieten.⁷⁸

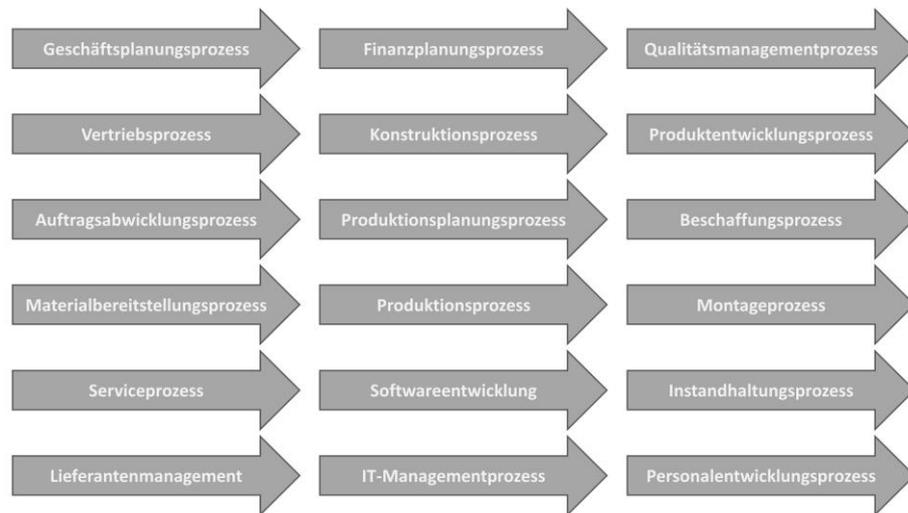


Bild 2.4 Typische Prozesse in einem Unternehmen ⁷⁹

Der Prozess selbst beginnt durch ein initiiertes Ereignis und verläuft entlang einer Inputstruktur. Diese wird durch einzelne Tätigkeiten, durch eine Abfolge von Tätigkeiten oder auch durch Transformationsvorgänge in eine Outputstruktur umgewandelt.⁸⁰

Somit kann der Prozess als Durchführungsmechanismus für das zugrunde liegende Modell und als vereinfachtes Abbild der Realität verstanden werden. Die Vorgaben, Auswirkungen und Zusammenhänge einzelner Teilschritte zur Einordnung dieser in den Gesamtprozess bedürfen eindeutiger Regeln und Zuordnungen zu Subsystemen, welche mittels geeigneten Managementtools geleitet und fokussiert betrachtet werden. Diese Managementwerkzeuge werden im Rahmen des Prozessmanagements beschrieben.

⁷⁸ Vgl. FÜERMANN, T.: Prozessmanagement . S. 1 ff

⁷⁹ weiterentwickelt aus: FÜERMANN, T.: Prozessmanagement . S. 2

⁸⁰ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 6

2.1.2.2 Prozessmanagement

Um die unterschiedlichen, in einem Unternehmen auftretenden Prozesse zu definieren, zu begleiten, zu steuern und auch zu vollenden, bedarf es einer Strategie, sowie einer unterstützenden Struktur, welche dies ermöglicht. Gemäß *Chandler*⁸¹ gilt in diesem Fall der Satz „*Structure follows Strategy*“ (übersetzt: die Struktur folgt der Strategie). Darauf aufbauend sind die Prozesse an die Strategie anzupassen, um somit die eigentliche Unternehmensstrategie umzusetzen bzw. zu erreichen. Dabei ist es jedoch wesentlich, eine geeignete Prozessorganisation aufzubauen, damit die Prozesse in die Unternehmensstruktur auch sinnvoll eingebunden sind.⁸²

Dadurch wird erkennbar, dass unter *Prozessmanagement* die umfassende Einteilung der Unternehmensaktivitäten in Form von Prozessen zu verstehen ist. Es zeigt sich, dass im Gegensatz zu den bestehenden Strukturen die eigentlichen Prozesse im Vordergrund stehen, um die Unternehmensleistung zu erbringen. Damit ein Unternehmen nach den Prinzipien von Prozessen geführt werden kann, bedarf es im Regelfall einer Festlegung selbiger oder aber auch der Umgestaltung einzelner Abläufe. Dabei wird zum einen das *Business Modeling (BM)* bzw. *Business Engineering (BE)*⁸³ in einer geringeren Detaillierungstiefe und zum anderen die *Prozessmodellierung (PM)* in detaillierterer Ausgestaltung praxisnaher Organisationsarbeit vorgenommen.⁸⁴ (Vgl. Kap. 2.5)

Das Prozessmanagement hat dabei die Aufgabe, die Planung, Steuerung und Überwachung der Prozesse innerhalb eines Unternehmens sowie von Aufträgen sowohl auf strategischer als auch auf operativer Ebene zu gestalten und zu leiten. Dabei steht auf der strategischen Ebene der Prozessstyp im Vordergrund, auf der taktischen und operativen Ebene die jeweilige differenzierte Ausprägung des Prozesses.⁸⁵

Der Hintergrund für die Einführung von Prozessmanagement liegt im systematischen Überdenken der eigentlichen Organisation, der Struktur bzw. des geschäftlichen Miteinanders, um eine intelligente Gestaltung für künftige Abläufe vorzunehmen. Dabei tragen vor allem die Dynamik des Marktes, die zunehmende Komplexität – auch in Zusammenhang mit neuen

⁸¹ Der amerikanische Wirtschaftshistoriker, Ökonom und Pulitzer-Preisträger Alfred Du Pont Chandler Jr. (1918 – 2007) gilt als führender Verfasser der Unternehmensgeschichte und formulierte in seinen Werken wesentliche Impulse vor allem in Bezug auf Großunternehmen. Er galt als Kritiker der Auffassung zur freien Marktwirtschaft, da die Ressourcenverwertung und Verteilung der Güter in den Unternehmen von Managern geplant und verwaltet werden und somit nicht frei dem Markt unterworfen sind. Vgl. <http://biography.yourdictionary.com/alfred-du-pont-chandler-jr>. Datum des Zugriffs: 21.November.2017

⁸² Vgl. FÜERMANN, T.: Prozessmanagement . S. 6

⁸³ Unter dem Begriff Business Modeling (BM) wird ein Konzept verstanden, welches es Managern erlaubt, die komplexen Strukturen und Entscheidungen in einem Geschäft (Business) unter Zuhilfenahme von repräsentativen Annahmen mittels geeigneten Werkzeugen und Techniken zur Erreichung zu treffen bzw. zu berücksichtigen. Vgl. <https://www.kbmanage.com/concept/business-modelling>. Datum des Zugriffs: 15.März.2018

⁸⁴ Vgl. VORBACH, S.: Prozessmanagement. S. T1 / F4

⁸⁵ Vgl. SCHMIDT, G.: Prozessmanagement – Modelle und Methoden. S. 5

Technologien und dem konträren Verständnis traditioneller Organisationsstrukturen und Rollenbilder – bei, Prozessmanagement in einem Unternehmen einzuführen. Die laufende und z.T. unkontrollierte Entwicklung der eigenen Organisation steht dabei im Fokus, um Gewohnheiten zu durchbrechen, welche teils unnötig und kompliziert sind und großteils auch nicht mehr hinterfragt werden. Aufgrund dieser Betriebsblindheit ist es umso wesentlicher, die Struktur anzupassen und Bekanntes infrage zu stellen. Das Ziel ist die Erhöhung der Effizienz sowie der Effektivität bei gleichzeitiger Steigerung des ganzheitlichen Unternehmenswertes. Schlussendlich steht die Kundenzufriedenheit durch das Anbieten von Produkten und Dienstleistungen im Vordergrund.⁸⁶

Zur Erfüllung der Kundenwünsche ist ein effizientes Prozessmanagement die notwendige Voraussetzung. Dabei ist vernetztes Management, welches durch überlappende Arbeitsgruppen wahrgenommen wird und die Verantwortung für einzelne Prozessschritte trägt, die Basis für interdisziplinäre systematische Kooperation und Koordination. Das Prozessmanagement stellt in diesem Zusammenhang einen wesentlichen Anspruch an die Unternehmensführung, da die Erfüllung des Kundenanspruches die Beteiligten verbindet. Die Messung der Effizienz erfolgt dabei eben durch diesen. Die Integration eines Zieldefinitionsprozesses aufgrund der Unternehmensphilosophie bzw. -vision übernimmt somit die Kernaufgabe des eigentlichen Prozessmanagements.⁸⁷

Prozessmanagement versteht sich demnach als Chance, aus Mustern herkömmlicher Unternehmensführung auszubrechen und die Produktivität⁸⁸ langfristig zu steigern (Vgl. Kap. 2.1.3). Es ist kein Erfolgsgarant, kann jedoch bei richtigem Einsatz und konsequenter Verfolgung wesentlich dazu beitragen.⁸⁹

2.1.2.3 Bauprozess

Wird der Begriff des Prozesses in Zusammenhang mit dem Bauwesen verwendet, so ist von Bauprozessen bzw. der Bauaufgabe die Rede. Dabei wird der Begriff Prozess bezogen auf die Bauwirtschaft in Form des *Bauprozesses* auch als „*gesamtheitliche, sachlogische und zeitliche Folge*

⁸⁶ Vgl. VORBACH, S.: Prozessmanagement. S. T1 / F2,3

⁸⁷ Vgl. BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMANN, M.: Prozessmanagement – Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. S. 10

⁸⁸ Unter Produktivität wird i.A. in der Betriebswirtschaftslehre die Ergiebigkeit der betrieblichen Faktorkombination verstanden und stellt sich durch das Verhältnis der Output-Menge zur Input-Menge dar. Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 2581

⁸⁹ CHRIST, J. P.: Intelligentes Prozessmanagement. S. 8

*von Aktivitäten zur Bearbeitung eines Objektes definiert. Objekte können Planungsleistungen, Bauleistungen oder Baudienstleistungen sein.“*⁹⁰

Es zeigt sich damit, dass „dem Bauunternehmen Informationen über das zu erstellende Werk zur Verfügung gestellt werden [...] und dass Ressourcen [...] benötigt werden, um das Werk zu errichten.“⁹¹

Das prozessorientierte Denken und Handeln der Akteure steht somit im Mittelpunkt der Untersuchung zur Erfüllung dieser Anforderung. Dabei scheint es zweckdienlich, dass diese Betrachtung aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln erfolgt: Einerseits aus Bauherrensicht, welcher als Kunde andere Wertvorstellungen des zu errichtenden Bauwerkes in den Fokus stellt, und andererseits aus Auftragnehmersicht, welcher diese Kundenwünsche mit möglichst optimierten Methoden bzw. Verfahren und Mitteln zu erfüllen versucht. Dabei treten diese Beteiligten mit ihren unterschiedlichen Zielvorstellungen an die zu bewältigende Bauaufgabe mit Anforderungen an den jeweils anderen heran. Die einzuleitenden und abzuwickelnden Prozesse müssen jedoch insofern übereinstimmen, als dass ihre Zielausrichtung abgeglichen und wenig entgegengesetzt definiert sind, damit der Output für alle Beteiligten am Kundenziel ausgerichtet ist. Die Ausrichtung der Ziele jedes Einzelnen am Gesamtziel sowie die Zurverfügungstellung der notwendigen Ressourcen und Vorgaben ist somit der Kern innerhalb eines Bauprozesses, um diesen überhaupt erst zu ermöglichen.

Ein Bauprozess umfasst demnach alle Aufgaben, welche erforderlich sind, um das gewünschte Ziel zu erreichen. Hierzu bedarf es zahlreicher Kern- und Supportprozesse auf den unterschiedlichen Ebenen der Bauorganisation, welche diese Umsetzung ermöglichen. Indikatoren und Leistungskennzahlen bieten dabei eine Hilfestellung, um die Messbarkeit und Bewertbarkeit selbiger Prozesse, sowie deren Qualitäten zu gewährleisten. Diese komplexen Prozessinformationen sollten übersichtlich zusammengefasst und in einem einheitlichen Bewertungsschema dargestellt werden, um deren Steuerbarkeit zuzulassen.⁹²

Der Bauprozess selbst gliedert sich dabei in Hauptprozesse, Modulprozesse und Elementarprozesse mit den jeweiligen Tätigkeiten, was sich in einer Prozesshierarchie folgendermaßen (Bild 2.5) darstellen lässt:

⁹⁰ MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 6

⁹¹ BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 3 – Baubetriebsführung. S. 99

⁹² Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 31

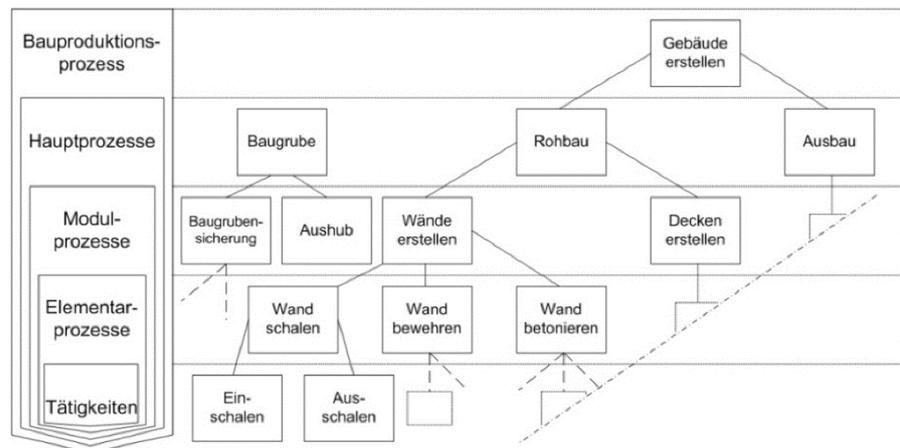


Bild 2.5 Beispiel einer Prozesshierarchie innerhalb einer Bauaufgabe ⁹³

Die Ordnung und Führung dieser unterschiedlichen Stufen der Herstellungsprozesse sind Teil der Managementaufgaben innerhalb des Bauprozesses. Das zugehörige Prozessmodell der jeweiligen Bauorganisation, die zugrunde liegenden Managementprozesse, sowie übergeordnet die Geschäftsprozesse innerhalb des Unternehmens, sollten den Prozessgedanken durchgängig beinhalten. Es ist eine Frage der Unternehmenskultur, diese rechtzeitig und umfassend in allen organisatorischen Ebenen und Strukturen sowohl als Managementvorgabe, als auch auf der Ebene der Kontrollinstanz zu implementieren. Die vordefinierten Management- und Geschäftsprozesse leisten dabei erhebliche Unterstützung in der Umsetzung der Geschäftsideen und Visionen.

2.1.2.4 Management- und Geschäftsprozesse im Bauunternehmen

Das prozessorientierte Denken innerhalb eines Unternehmens bedarf einer Grundlage, welche auch als *Geschäftsprozessmodell* bezeichnet wird. Dabei enthalten diese die charakteristischen Geschäftsprozesse, welche es abzubilden gilt und welche generell anwendbar, oder aber auch speziell für ein Unternehmen konzipiert und auf die Unternehmensziele hin ausgerichtet wurden. Das Ziel derartiger Geschäftsprozessmodelle ist es, die Identifikation, Definition, Standardisierung, Schnittstellenvereinheitlichung sowie den Einsatz praktikabler Werkzeuge zu erleichtern.⁹⁴

In diesem Zusammenhang sind gemäß nachfolgendem Bild 2.6 vier generischen Prozesstypen zu unterscheiden:

⁹³ GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. S. 404

⁹⁴ Vgl. VORBACH, S.: Prozessmanagement. S. T2 / F28

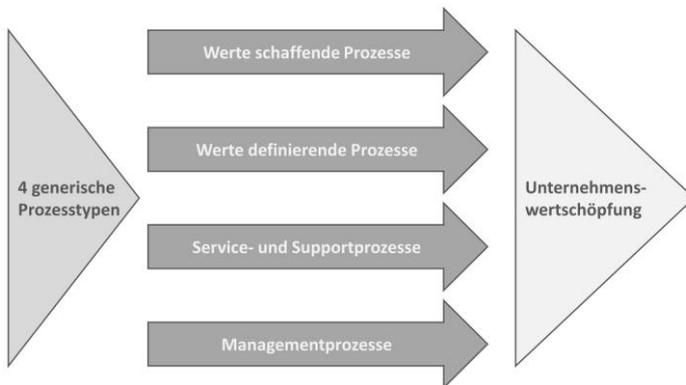


Bild 2.6 Generische Prozessstypen eines Unternehmens

- Der Werte schaffende Prozess (*Value creation process*) wird als *Geschäftsprozess* verstanden und beinhaltet die eigentliche Produktion (Auftragserbringung), die zugehörige Logistik in Form der Auftragsabwicklung sowie die Auftragsgewinnung (Akquisition) in Form des Marketing- und Sales-Bereiches.
- Die Werte definierenden Prozesse (*Value definition process*) sind Geschäftsprozesse und umfassen die Produkt- und Prozessentwicklung ebenso wie das Produktmanagement.
- Des Weiteren sind sämtliche *Service- und Supportprozesse* als unterstützende Prozesse zu verstehen, welche das Qualitäts- und Umweltmanagement beinhalten sowie die Beschaffung, Wartung und Administration des Personals einschließen.
- Die *Managementprozesse* stellen auch unterstützende Prozesse dar, in dem sie die Bereiche der Finanzplanung, Budgethoheit und des Controllings, die Gesamtführung, Strategie sowie auch die Personalentwicklung und -führung überspannen.⁹⁵

Sämtliche *Geschäftsprozesse*, oftmals auch als Leistungsprozesse, Kernprozesse oder Unternehmensprozesse bezeichnet,⁹⁶ bilden die *Wertschöpfung*⁹⁷ eines Unternehmens zur Erreichung der Unternehmensziele ab, wobei eine Differenzierung in *Kernprozesse* und wiederum *Supportprozesse* vorgenommen wird. Die Kernprozesse umfassen den eigentlichen Unternehmenszweck, nämlich die Herstellung eines Produktes bzw. die Durchführung einer Dienstleistung. Demnach stellen diese für

⁹⁵ Vgl. VORBACH, S.: Prozessmanagement. S. T2 / F25

⁹⁶ Vgl. KOCH, S.: Einführung in das Management von Geschäftsprozessen. S. 1

⁹⁷ Unter dem Begriff Wertschöpfung wird die in den einzelnen Wirtschaftszweigen bzw. einzelnen Unternehmen erbrachte wirtschaftliche Leistung als Summe der in diesem Wirtschaftsbereich entstandenen Einkommen verstanden. Es ist die Differenz zwischen dem Produktionswert und den dazu erforderlichen Vorleistungen. Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/54898/wertschoepfung-v10.html>. Datum des Zugriffs: 26.November.2017

den Kunden einen ursächlichen Nutzen dar und sind durch die Einzigartigkeit im Unternehmen, sowie durch die fehlende Imitier- und Austauschbarkeit gekennzeichnet.⁹⁸ Neben den Kernprozessen ermöglichen die Supportprozesse die eigentliche Umsetzung, obwohl sie keinen direkten Kundennutzen stiften.

Die Kernprozesse in einem Bauunternehmen können gemäß folgendem Bild 2.7 gegliedert werden:⁹⁹

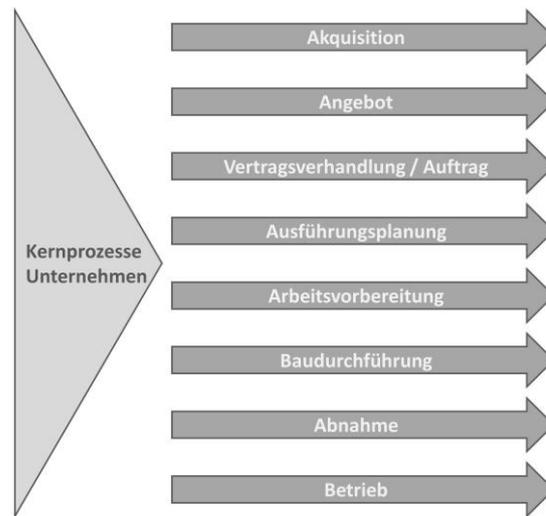


Bild 2.7 Kernprozesse eines Unternehmens

Neben den Kernprozessen werden unterstützende Supportprozesse in der Leistungserbringung innerhalb der Geschäftsprozesse erforderlich. Diese stellen sich folgendermaßen (Bild 2.8) dar:¹⁰⁰

⁹⁸ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 7

⁹⁹ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 9 – 12

¹⁰⁰ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 12 – 15

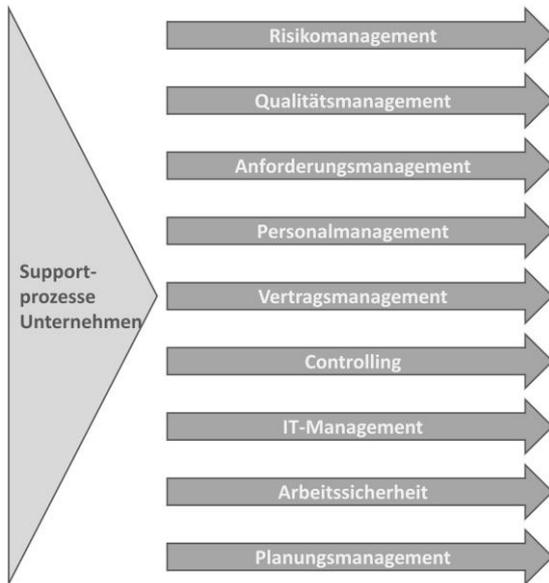


Bild 2.8 Supportprozesse eines Unternehmens

Demnach sind sämtliche genannten Kern- und Supportprozesse Aufgabe des Geschäftsprozessmanagements. Zahlreiche Top-Down- sowie Bottom-Up-orientierte Ansätze zeigen gemäß Bild 2.9 Möglichkeiten auf, durch welche die kontinuierliche Verbesserung der Abläufe und eine langfristige Orientierung auf gemeinsame Wertvorstellungen garantiert werden soll. Dabei scheint es wesentlich, dass in allen Fällen jene Werkzeuge und Methoden gewählt werden, welche nicht als Zwangsverpflichtung, sondern als Hilfestellung in der Abwicklung empfunden werden. Speziell im Bauwesen konnten sich dabei bereits einige Methoden durchsetzen, welche angepasst an die jeweilige Unternehmenssituation Erfolge bewirken.¹⁰¹

Die nachfolgende Abbildung (Bild 2.9) gibt hierzu einen Überblick über ausgewählte Prozessmanagement-Ansätze.

¹⁰¹ Vgl. SCHUH, G. et al.: Prozessmanagement. In: Strategie und Management produzierender Unternehmen – Handbuch Produktion und Management 1. S. 366

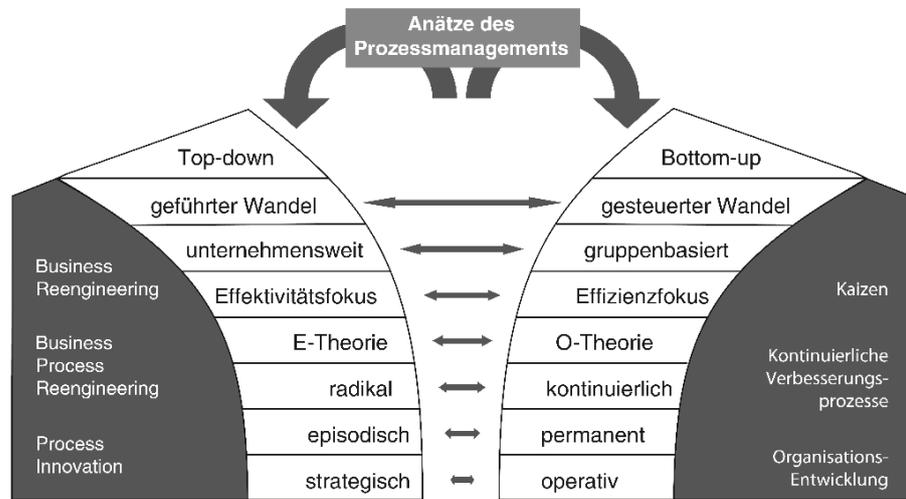


Bild 2.9 Prozessmanagement-Ansätze ¹⁰²

Im Gegensatz zu den Geschäftsprozessen ermöglichen die Managementprozesse die eigentliche Umsetzung der Unternehmensziele. Dabei gliedern sich diese in das Normative Management, das Strategische Management und das Operative Management. Der Erfolg eines Unternehmens entlang seiner Wertschöpfungskette, d.h. gemäß seiner Leistungserstellungsprozesse, hängt vom Management auf diesen drei Ebenen ab.

Dabei können diese wie folgt definiert werden: ¹⁰³

- Unter dem Begriff *Normatives Management* wird die Vision eines Unternehmens verstanden, aus welcher sich die Ziele ableiten lassen. Diese stellen die Basis für sämtliche Entwicklungen innerhalb der Organisation dar und entwickeln die Potenziale für die Nutzer.
- Das *Strategische Management* umfasst die Strategie zur Erreichung der Ziele und Erfüllung der Vision durch die Festlegung von Vorgaben und Aktivitäten innerhalb des operativen Managements zur gezielten Weiterentwicklung (langfristiger Ziele).
- Im *Operativen Management* werden die Vorgaben aus dem Normativen und Strategischen Management in operative Einheiten zerlegt und in Geschäftsprozessen mit kurz- bis mittelfristigen Zielen abgebildet.

Die Anwendung sämtlicher genannter Kern- und Supportprozesse auf der Ebene der Geschäftsprozesse sowie die Integration der Managementprozesse in die Unternehmensstruktur ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung der Unternehmensziele und deren Realisierung sowie die sichere Steuerung des Unternehmens in der Umsetzung derselben. Demnach

¹⁰² SCHUH, G. et al.: Prozessmanagement. In: Strategie und Management produzierender Unternehmen – Handbuch Produktion und Management 1. S. 367

¹⁰³ Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. S. 6

scheint es unumgänglich, ein ganzheitliches Bauprozessmanagement auf allen Unternehmensebenen als wesentliche Einflussgröße bzw. Steuerungsmechanismus zu implementieren, um eine positive Entwicklung mit operativ handhabbaren Werkzeugen zu ermöglichen.

2.1.2.5 Bauprozessmanagement

Zur Erfüllung der Kundenbedürfnisse und gleichzeitig der Erreichung der Unternehmensziele bedarf es eines umfassenden Managementansatzes, welcher es erlaubt, sowohl die Bauorganisation zu lenken als auch durch Maßnahmen auf die Außen- bzw. Umwelteinflüsse zu reagieren. Hierfür scheint der Ansatz des Bauprozessmanagements, also ein speziell an die Bedürfnisse, Einflussgrößen und Umweltwirkungen des Bauwesens angepasstes Prozessmanagement, als zielführend.

Demnach wird unter dem Begriff *Bauprozessmanagement* die „Gesamtheit aller strategischen, organisatorischen, operativen und technologischen Maßnahmen verstanden, die der Gestaltung und Verbesserung der Funktionsweise einer Bauorganisation im Sinne der Erfüllung der Kundenbedürfnisse sowie der Realisierung der eigenen Unternehmensziele dienen“¹⁰⁴ verstanden.

Dabei umfasst das Bauprozessmanagement die nachfolgenden Grundlagen:¹⁰⁵

- Eingliederung sämtlicher (Bau-)Prozesse in ein Gesamtsystem unter Berücksichtigung der Einzelinteressen, Abteilungsvorstellungen und deren Orientierung am Gesamtziel.
- Zuwendung und Integration der Bereiche der Kundenorientierung, Prozessorientierung, Mitarbeiterorientierung und Erfolgsorientierung in die Managementaktivitäten des Unternehmens.
- Gewährleistung der Durchgängigkeit und Transparenz über alle Ebenen hinweg, sowohl in der Unternehmenshierarchie als auch in den einzelnen Prozessebenen.

Diese Grundsätze ermöglichen flexibles Handeln auf allen Unternehmens- und Projektebenen und können somit die kurzfristig auftretenden Ein-

¹⁰⁴ MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 6, 7

¹⁰⁵ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 7

flüsse und Veränderungen zielgerichtet mitaufnehmen. Letztlich lässt lediglich ein ganzheitlicher Ansatz eine überschaubare und kontrollierbare Einheit in der Umsetzung eines dynamischen Bauprojektes zu.¹⁰⁶

Im Gegensatz zum Bauprozessmanagement geht die *Bauprozessmodellierung* davon aus, dass die Prozesse auch formal abbildbar sein müssen. Diese Prozessmodelle ermöglichen den inhaltlichen Vergleich mit den realen Abläufen, wobei grundsätzlich eine einfache und transparente Darstellung das Ziel ist, welche nachvollziehbar, wandlungsfähig und skalierbar ist.¹⁰⁷ Das Thema der Modellierung spielt in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle, da durch geeignete Modelle die zu lösenden Probleme ebenso als Teil des Prozessmanagements zu sehen sind. Hierbei haben vor allem die Struktur, der materielle und immaterielle Input, sowie die durchzuführende Transformation unter den vorher festgelegten Vorschriften einen erheblichen Einfluss auf das zu erstellende Modell. Um eine umfassende Modellierung vornehmen zu können, bedarf es der Standardisierung der beeinflussenden Prozesse. Hierzu ist eine Geschäftsprozessstandardisierungsanalyse notwendig, da nicht alle Geschäftsprozesse geeignet sind, um standardisiert zu werden.¹⁰⁸

Im Bauprozessmanagement selbst werden vier unterschiedliche Ebenen betrachtet. Diese Ebenen bilden die Unternehmensstruktur mitsamt ihrer zugrunde liegenden Hierarchie mit jenen Organisationseinheiten ab, welche auf diesen Ebenen für die einzelnen (Bau-)Prozesse verantwortlich sind und diese maßgeblich lenken.

¹⁰⁶ Vgl. BINNER, H. F.: Methoden-Baukasten für ganzheitliches Prozessmanagement. S. 2 ff

¹⁰⁷ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 7

¹⁰⁸ Vgl. BINNER, H. F.: Methoden-Baukasten für ganzheitliches Prozessmanagement. S. 173 ff

Diese vier Ebenen werden gemäß Bild 2.10 wie folgt definiert:

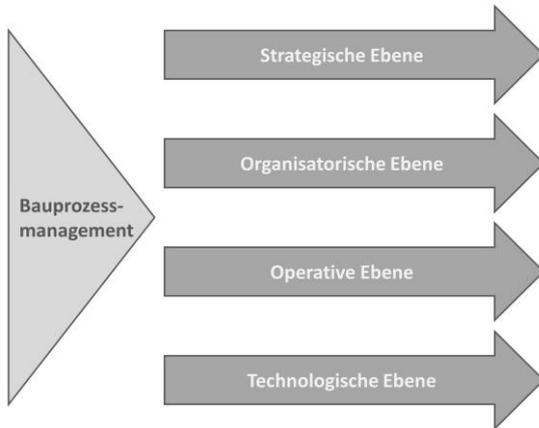


Bild 2.10 Vier Ebenen des Bauprozessmanagements ¹⁰⁹

Auf sämtlichen Ebenen sind strategische, organisatorische, operative und technologische Maßnahmen zu setzen, welche durch die jeweils zuständige operative Einheit bzw. summiert betrachtet durch das Management, die Bauprozesse maßgeblich gestalten und laufend verbessern, um in Summe als Gesamtorganisation die Kundenbedürfnisse zu erfüllen, sowie auch die Unternehmensziele und -visionen zu realisieren.¹¹⁰

2.1.3 Erfolgs- und Einflussfaktoren im Bauprozessmanagement

Die weitreichende Thematik der Erfolgs- und Einflussfaktoren innerhalb eines Unternehmens steht in enger Beziehung mit der Unternehmensvision bzw. den daraus abgeleiteten Unternehmenszielen. Diese vorgegeben Ziele müssen jedoch in einer Struktur abgebildet sein, um sie gemäß vorher eindeutig abgegrenzter Zielgrößen auch messbar zu gestalten.

Der *Erfolgsfaktor* selbst erlaubt einen großen Interpretationsspielraum und kann aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Definitionen weitreichend ausgelegt werden. Er ist im Allgemeinen ein „*Umstand, der zum Erfolg maßgeblich beiträgt.*“¹¹¹ Wesentlich in diesem Zusammenhang ist die Erkennung dieser Umstände, denn lediglich deren Kenntnis und darauf aufbauende Berücksichtigung erlaubt die Bildung bzw. Ableitung von Geschäftsprozessen, welche diese Umstände nutzen und somit Erfolgsfaktoren bilden.¹¹²

¹⁰⁹ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 7

¹¹⁰ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 6,7

¹¹¹ <https://www.duden.de/rechtschreibung/Erfolgsfaktor>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018

¹¹² Vgl. <http://www.enzyklo.de/Begriff/Erfolgsfaktor>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018

Die Unterscheidung in strategische und kritische Erfolgsfaktoren basiert auf der Erfolgsfaktorenforschung. Diese formt den Rahmen und identifiziert den Kontext, welche Umstände eine Auswirkung auf den Erfolg bzw. Misserfolg über einen längeren Zeitraum haben. Wesentlich in diesem Zusammenhang erscheint, dass lediglich einige wenige Größen entscheidend sind. Es ist jedoch meist schwierig, die Variablen zu bestimmen, welche den Erfolg auch quantifizierbar machen. Diese Erfolgsindikatoren sind in den Wirtschaftswissenschaften meist der Gewinn, die Rentabilität oder auch der Umsatz. Mittels dieser Kennzahlen erfolgt die Analyse dieser Indikatoren, welche Variablen bzw. messbaren Größen sich wie auswirken. Gemäß der Erfolgsfaktorenforschung werden unter diesen Messgrößen sämtliche bestehenden Erfolgsfaktoren verstanden.¹¹³ Zahlreiche Untersuchungen zeigen aber, dass die Erfolgsfaktorenforschung als durchaus problematisch anzusehen ist. So steht der unmittelbare kausale Zusammenhang einer untersuchten Variable innerhalb einer isolierten Betrachtung einen Blickwinkel dar, welcher nicht der Realität entspricht. Die Erfolgswirksamkeit dieser singulären Variablen hängt jedoch von zahlreichen internen und externen Größen ab. Eine isolierte Betrachtung liefert demnach auch ein aus dem Zusammenhang gelöstes Ergebnis.¹¹⁴

Daher scheint es in diesem Zusammenhang sinnvoll, speziell für das Bauwesen, welches durch eine Vielzahl an Randbedingungen stark dynamisch geprägt ist, einen größeren Kreis an Variablen zu untersuchen, um die entscheidenden Erfolgsfaktoren reflektieren zu können.

Im Vergleich zu den Erfolgsfaktoren umfassen somit die Einflussfaktoren eine weitaus größere Menge an indoktrierenden Größen innerhalb eines Prozesses bzw. Unternehmens. Einflussfaktoren können demnach sowohl positiv als auch negativ wirken und tragen lediglich teilweise zum Erfolg bei. Es gilt, jene Haupteinflussfaktoren zu analysieren, welche maßgeblich für den Erfolg innerhalb eines Unternehmens bzw. eines Prozesses verantwortlich sind, da sich diese als ausschlaggebend für den Fortbestand eines Unternehmens zeichnen.¹¹⁵

Die Haupteinflussfaktoren können auch als strategische Erfolgsfaktoren bezeichnet werden, da sie auf den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens einen grundlegenden Einfluss haben. Diese vom Management bewusst vorgegebenen Einflussgrößen sind demnach kritisch im Zuge der Zielerreichung bzw. des Gesamterfolges. Das bedeutet, dass sie zur Erreichung eines Erfolges von zentraler Bedeutung sind, bei Nichtbeachtung

¹¹³ Vgl. ZERRES, C. et al.: Erfolgsfaktorenforschung, S. 3

¹¹⁴ Vgl. DÖMÖTÖR, R.: Erfolgsfaktoren der Innovativität von kleinen und mittleren Unternehmen, S. 55

¹¹⁵ Vgl. MAUERHOFER, G.: Erfolgsfaktoren für Klein- und Mittelbetriebe im Bauhauptgewerbe, S. 75

bzw. zu geringer Berücksichtigung unmittelbar den Gesamterfolg des Projektes gefährden können.^{116, 117} Demnach können Erfolgsfaktoren einerseits auf der Wettbewerbsebene verstanden, andererseits lediglich auf organisatorische Aspekte reduziert werden. Zielführend scheint es jedoch, gemäß wissenschaftlicher Untersuchungen, diesen Fokus nicht auf einen dezidierten Bereich zu richten, sondern den Blickwinkel auf die Gesamtheit des Unternehmens auszuweiten und damit alle internen und externen Erfolgsfaktoren in einem Erfolgspotenzial zu vereinen.¹¹⁸ Dieser strategische Managementansatz beschreibt damit die Möglichkeit, permanent und über einen langen Zeitraum wirtschaftlich erfolgreich zu sein.¹¹⁹

Umgelegt auf das Bauwesen bzw. das Bauprozessmanagement bedeutet dies, dass die vorliegenden Potenziale, welche durch die Annahme eines Bauauftrages im Rahmen der Realisierung eines Bauvorhabens eindeutig bestehen, durch konsequente Verfolgung strategischer Ziele unter Beachtung der wesentlichen Managementgrundsätze nutzbar gemacht werden müssen, um einen stetigen Unternehmenserfolg zu ermöglichen. Die dabei auftretenden Einflussfaktoren, welche in den unterschiedlichen Kern- und Supportprozessen in Erscheinung treten, sind mittels geeigneter Managementprozesse zu steuern und in einem Gesamtgeschäftsprozessmodell abzubilden.

Das Bauprozessmanagement kennt dabei Kern- und Supportprozesse (Vgl. Kap. 2.1.2.4), welche nachfolgend beschrieben und als wesentliche Einflussgrößen im Bauprozess identifiziert werden. Diese Einflussgrößen sind demnach im Falle einer positiven Berücksichtigung bzw. Auswirkung auf die Geschäftsprozesse auch als Erfolgsfaktoren zu bezeichnen, da sie sowohl als interne Größe, als auch externe Dimension bzw. Aspekte maßgeblich zum Unternehmenserfolg beitragen. Sie gestalten das Unternehmensumfeld sowie die internen Strukturen, da sie branchenspezifisch und systemimmanent im Bauprozess sind.

Unabhängig davon, ob Kern- oder Supportprozesse vorliegen, kann eine Klassifizierung sämtlicher Erfolgsfaktoren vorgenommen werden. Dabei treten allgemeine und themenspezifische quantitative Bewertungskriterien für den Erfolg ebenso auf wie qualitative Kennzeichen.¹²⁰ Die Mess- und Bewertbarkeit der Kern- und Supportprozesse entlang der Prozesskette sind als entscheidende Parameter identifizierbar. Deren Einflussgrößen und Auswirkung im Bauprozessmanagement in einem Unternehmen wird im Zuge dieser Untersuchung in Kap. 5 Prozessfaktoren sowie im Kap. 6

¹¹⁶ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/10338/kritische-erfolgsfaktoren-v9.html>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018

¹¹⁷ Vgl. SEIBERT, S.: Strategische Erfolgsfaktoren in mittleren Unternehmen. S. 9

¹¹⁸ Vgl. MAUERHOFER, G.: Erfolgsfaktoren für Klein- und Mittelbetriebe im Bauhauptgewerbe. S. 76

¹¹⁹ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/erfolgspotenzial/erfolgspotenzial.htm>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018

¹²⁰ Vgl. MAUERHOFER, G.: Erfolgsfaktoren für Klein- und Mittelbetriebe im Bauhauptgewerbe. S. 80

Ableitung des Bauprozessmodells speziell für den Holzsystembau analysiert und abgeleitet.

Dabei treten die folgenden Kernprozesse in den Vordergrund:

- **Akquisition**

Der Begriff der *Akquisition* umfasst die Kundenwerbung, also die Gewinnung neuer Kunden und damit neuer Aufträge oder aber auch der Abschluss neuer Geschäfte mit bestehenden Kunden.¹²¹ In der aktiven Akquisition, welche mittels Key-Account-Management oder neuen Geschäftsmodellen erfolgt, oder der passiven Akquisition, die in Form von Ausschreibungsanzeigen auftritt, werden die Ausschreibungen für Bauleistungen, welche in das Portfolio des Unternehmens passen, gefiltert und fokussiert betrachtet.¹²² Die Akquisition ist als Einflussfaktor im Zuge eines Bauprojektes als sehr wesentlich einzustufen, denn ohne diese gäbe es kein Projekt. Der Erfolg eines Unternehmens hängt somit direkt mit einer erfolgreichen Akquise zusammen. Dennoch stellt es im Rahmen des Bauprozessmanagement lediglich eine Voraussetzung dar, welcher durch das Management des Prozesses an sich nicht beeinflusst werden kann.¹²³ Damit erscheint die Akquisition zwar als notwendiger, aber nicht zwingend als ein messbarer Erfolgsfaktor innerhalb des Bauprozessmanagements, da ein Projekt ohnehin lediglich bei erfolgreicher Akquise umgesetzt wird. Da in diesem Prozess keine direkte Wertschöpfung entsteht, wird die Akquisition in der Betriebswirtschaftlehre im Vergleich zum Bauwesen nicht als Kernprozess definiert.

- **Angebot**

Das *Angebot*, welches als Antwort auf eine Anfrage eines Kunden bzw. einer Ausschreibung zu einer bestimmten Leistung erfolgt, bildet die Basis eines ev. künftigen Auftrages. Der Bieter reagiert somit auf den Wunsch eines potenziellen Kunden und formt mit seinem Angebot die Grundlage, welche Randbedingungen für einen künftigen Auftrag bestehen. Ein Angebot stellt damit eine Willenserklärung an eine andere Person bzw. Organisation dar, bei deren Annahme ein (Bau-)Vertrag zustande kommt.¹²⁴ Das Angebot ist „eine Erklärung des Bieters, eine bestimmte Leistung gegen Entgelt unter Einhaltung festgelegter Bedingungen erbringen zu wollen.“¹²⁵ In der Phase der Angebotsbearbeitung wird einerseits die Preisermittlung bzw. Kalkulation vorgenommen, andererseits kommt es auch zur Abwägung sämtlicher externer Randbedingungen und internen Einflussgrößen auf die Preisermittlung und

¹²¹ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/akquisition/akquisition.htm>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018

¹²² Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 9

¹²³ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 557

¹²⁴ Vgl. BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 23

¹²⁵ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 15

Bauchdurchführung. Ebenso haben die Leistungsfähigkeit, das Organisations- und Risikomanagement sowie die möglichen Vertragskonstellationen erhebliche Auswirkungen auf das Angebot eines Unternehmens. Die zugrunde liegende Ausschreibung wird während dieses Prozesses intensiv auf die Fertigungsvarianzen und kalkulatorischen Auswirkungen hin betrachtet und einer Risikobewertung unterzogen, um eine erfolgreiche Bauabwicklung unter der Voraussetzung einer Gewinnerzielungsabsicht und Erreichung der Wettbewerbsziele zu garantieren (Vgl. Kap. 2).¹²⁶ Im Zusammenhang mit dem Thema Erfolgsfaktor ist das Angebot als rechtliche Grundlage ein wesentlicher Umstand, welcher zum Erfolg bzw. Misserfolg eines Bauprojektes beiträgt. Demnach erscheint es erforderlich, vor allem das Thema der Kalkulation, welche die Basis im Angebot bildet, speziell in Zusammenhang des Bauprozessmanagements zu betrachten. Diese Einflussgröße scheint in jedem Fall zwingend als Erfolgsfaktor, denn lediglich durch den Zuschlag zu einem Angebot kommt eine Umsetzung der Bauprozesse in Gang (Vgl. Kap. 2).

- **Vertragsverhandlung / Auftrag**
Der *Auftrag* als Konsequenz der möglichen, aber nicht zwingenden Vertragsverhandlung ist der rechtliche Schritt, mit welchem sich ein Auftragnehmer dazu verpflichtet, das ihm vom Auftraggeber übertragene Geschäft durchzuführen.¹²⁷ Dieser Prozess spannt von der Angebotsabgabe bis zur Vertragsunterzeichnung, unter Berücksichtigung möglicher Vertragsverhandlungen gemäß der jeweils gültigen Gesetzgebung. Dabei gilt es die Randbedingungen weiter zu sondieren und die Angebotstiefe zu konkretisieren, um eine umfassende und richtig gestellte Vertragsbasis zu gewährleisten.¹²⁸ Die Vertragsverhandlung, welche in die Beauftragung mündet, stellt ähnlich wie die Akquise, eine notwendige Voraussetzung für die Durchführung eines Bauvorhabens dar. Sie ist aber nicht als Erfolgsfaktor im Sinne des Bauprozessmanagements zu verstehen, bildet jedoch einen wichtigen Meilenstein ab. Lediglich der Faktor der Anpassung der zugrunde liegenden Kalkulation im Zuge einer Vertragsverhandlung kann als Kenngröße für den Erfolg herangezogen werden (Vgl. Kap.2.3).
- **Ausführungsplanung**
Der oftmals synonym verwendete Begriff Detailplanung bzw. auch der Begriff Polierplanung stellt ein Kompendium dar, welches eine bau-

¹²⁶ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 9

¹²⁷ Vgl. BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 48

¹²⁸ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 9, 10

und fertigungsreife Detaillierung der Entwurfsplanung mit allen Einzelheiten in zeichnerischer Darstellung beinhaltet.¹²⁹ Die Planungsprozesse zur Erreichung eines ausführbaren Reifegrades in der Planung umfassen somit die Präzisierung unter Einbeziehung zahlreicher Akteure der Ausführung. Die dabei entstehenden detaillierten Werkpläne bzw. Ausführungspläne für jedes einzelne Gewerk bilden den komplexen Bauablauf ab und erzeugen ein möglichst reales Bild des zu erwartenden Leistungszieles (Vgl. Kap.2.2).¹³⁰ Das umfassende Thema der Planung stellt einen der wesentlichsten Erfolgsfaktoren im Gesamtgefüge des Bauprozessmanagements dar, da sie die unbedingte Voraussetzung für eine qualitative und ordnungsgemäße Umsetzung der geplanten Bauaufgabe darstellt. Somit kommt dem Thema der Ausführungsplanung als maßgebliche Einflussgröße eine erhebliche Bedeutung zu.

- **Arbeitsvorbereitung**

Unter dem Begriff *Arbeitsvorbereitung (AV)* wird die „Planung der Bauausführung [...] mit dem Ziel eines geordneten und flüssigen Ablaufes der Baustelle unter Berücksichtigung der technisch-wirtschaftliche optimalen Lösung“¹³¹ verstanden. Die produktiven Faktoren, wie Arbeitskräfte, Betriebsmittel für Maschinen sowie Baustoffe müssen zur richtigen Zeit, in der notwendigen Menge und Qualität am richtigen Ort vorhanden sein, was nur mittels umfassender AV bewerkstelligt werden kann.¹³² Die Arbeitsvorbereitung bzw. im Falle stationärer Produktionen die Fertigungsplanung, startet in einem intensiven Entwicklungsprozess nach der Auftragserteilung und beinhaltet die gedankliche Vorwegnahme und Konkretisierung des in der Leistungsbeschreibung verbal beschriebenen Leistungszieles, sowie der in den Plänen veranschaulichten Zielgrößen. Die Zerlegung der Komplexität eines zu erstellenden Bauwerkes in umsetzbare und handhabbare Einzelprozesse, mit den Einflussgrößen aus der Termin- und Ressourcenplanung, stellt dabei den Kern der Aufgabe dar (Vgl. Kap.2.4).¹³³ Ebenso wie das Thema Ausführungsplanung bildet auch die Arbeitsvorbereitung eine entscheidende Einflussgröße im Zuge der Erfolgsbetrachtung des Bauprozessmanagements. Diese strategisch wesentliche Kenngröße legt den Grundstein für den Erfolg oder Misserfolg eines Bauprojektes.

¹²⁹ Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 26

¹³⁰ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 10

¹³¹ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 19

¹³² Vgl. KRAUSE, T.; ULKE, B.: Zahlentafeln für den Baubetrieb. S. 683

¹³³ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 10

▪ **Baudurchführung**

Der Begriff *Baudurchführung* bzw. synonym auch Bauausführung umfasst die Herstellung eines Bauwerkes durch einen beauftragten Unternehmer und kennzeichnet die Gesamtbearbeitungsphase für die Erstellung eines Bauvorhabens.^{134, 135} Die Umsetzung sämtlicher geplanter Fertigungsprozesse sowie die erforderliche organisatorische Prozessgestaltung mit den in der Ausschreibung sowie im Angebot definierten maßgeblichen Zielgrößen bildet ein Konglomerat aus fertigungsrelevanten Inputs und bewertbaren Outputs. Dabei spielt vor allem der Qualitätsgedanke eine erhebliche Rolle in der Wechselwirkung der Zielparameter (Vgl. Kap.2.4).¹³⁶ Die Baudurchführung mit all ihren organisatorisch vor- und nachgelagerten Prozessen auf der Baustelle oder in der Vorfertigung stellt einen der dominierendsten Einflussfaktoren für den Erfolg eines Bauprojektes dar. Durch die eigentliche Umsetzung wird das bestellte Produkt in Form eines Bauwerks erstellt und das in der Planung beschriebene Ziel physisch realisiert. Dadurch kennzeichnet sich diese Einflussgröße als vorherrschend innerhalb des Bauprozessmanagements, da lediglich in diesem Prozess eine direkte bzw. fassbare Wertschöpfung für den Kunden erfolgt.

▪ **Abnahme**

Die *Abnahme* bezeichnet jenen Zeitpunkt, zu welchem beim fertigen Objekt bzw. Teilabschnitt Mängelfreiheit bzw. vorhandene Mängel festgestellt werden.¹³⁷ Die Abnahme kennzeichnet somit die Anerkennung bzw. Nicht-Anerkennung einer erbrachten Leistung.¹³⁸ Der Abschluss der Umsetzungsphase und die Übergabe an den Besteller stellen einen wesentlichen Schritt in der Risikoüberwälzung eines Bauvorhabens dar.¹³⁹ Demnach ist dieser substanzielle Schritt auch als Meilenstein in Bezug auf das Thema Gewährleistung zu verstehen.¹⁴⁰ Die Abnahme stellt wie auch die Beauftragung im rechtlichen Sinne einen maßgeblichen Meilenstein dar und entscheidet aufgrund des Risikoüberganges auch über den Erfolg der Leistungserbringung. Im Sinne eines Prozesses kann die Abnahme jedoch eher als Meilenstein und nicht als Erfolgsfaktor bezeichnet werden.

¹³⁴ Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 33

¹³⁵ Vgl. BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 64

¹³⁶ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 10 ff

¹³⁷ Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 14

¹³⁸ Vgl. BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 3 – Baubetriebsführung. S. 305

¹³⁹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2110 (Ausgabe: 2013-03-15) Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm. S. 37 ff

¹⁴⁰ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 11

- **Betrieb**

Das Ziel der Bauwerkerrichtung findet in der Nutzung bzw. dem *Be-trieb* die eigentliche Sinnerfüllung der Bestellung. Dieser lange Prozess beinhaltet nicht nur den Betrieb, sondern auch die Umnutzung bzw. Bestandsänderung.¹⁴¹ Im Sinne der Lebenszyklusorientierung von Gebäuden kommt dem Thema Betrieb bzw. Nutzung eine immer stärker werdende Bedeutung zu. Dabei zeigt sich, dass vor allem das Thema der Nutzungsanforderungen an Bauwerke durch kürzer werdende Nutzungsdauern gekennzeichnet ist. Die damit einhergehenden Nutzungsansprüche bestimmen daher die Planung des Betriebs bzw. die geplante Änderung während der Nutzung.¹⁴² Die Nutzung kann im Sinne des Prozessmanagements einerseits als Erfolgsfaktor angesehen werden, andererseits ist sie im Bereich des Bauprozessmanagements nicht mehr Teil der Prozessgestaltung, da diese mit der Umsetzung und Übergabe an den Besteller beendet ist.

Ergänzend zu den angeführten Kernprozessen sind auch zahlreiche komplementäre Supportprozesse in der Leistungserbringung innerhalb der Geschäftsprozesse notwendig.

Diese lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:¹⁴³

- **Risikomanagement**

Der Prozess des Risikomanagements, welcher existenzbedrohende Entwicklungen innerhalb eines Unternehmens größtmöglich verhindern soll, gliedert sich entlang des gesamten Wertschöpfungsprozesses in die Prozesse Risikoidentifikation, Risikobewertung, Risikoklassifizierung, Risikobewältigung, Risikokostenberechnung und Risikocontrolling. Letztlich kann erfolgreiches Risikomanagement lediglich dann Eingang finden, wenn alle Prozesse im Management eingehend Beachtung finden.¹⁴⁴

- **Qualitätsmanagement**

Die Erfordernisse und Erwartungen an Produkte und Dienstleistungen bedürfen Qualitätssicherungsmaßnahmen, welche im Zuge der Erstellung anzuwenden sind. Dabei scheint es erforderlich, wesentliche Kennzeichen und Merkmale bezogen auf die gültige Norm für Qualitätssicherungsmaßnahmen ÖNORM EN ISO 9000¹⁴⁵ im Vorfeld fest-

¹⁴¹ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 12

¹⁴² Vgl. WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. S. 4

¹⁴³ Vgl. MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. S. 12 – 15

¹⁴⁴ Vgl. KUMMER, M.: Aggregierte Berücksichtigung von Produktivitätsverlusten bei der Ermittlung von Baukosten und Bauzeiten. S. 15 ff

¹⁴⁵ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN ISO 9000 (Ausgabe: 2015-11-15) Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe. S. 1 ff

zulegen und laufend die Abweichungen davon zu kontrollieren. Die Managementaufgabe basiert dabei auf der Sicherung dieser Vorgehensweise.

- **Anforderungsmanagement**
Die Festlegung der Ziele eines Bauvorhabens werden im Zuge des Anforderungsmanagements getroffen. Dieses besteht aus den Teilprozessen der eigentlichen Definition der Anforderungen, der zugehörigen Dokumentation, der Abstimmung und Validierung sowie der Verwaltung sämtlicher Anforderungen. Das Anforderungsmanagement gliedert sich demnach in die Bereiche Technik, Kundenorientiertheit und Risiko sowie in die Bewertung bzw. Abschätzung dieser Größen. Aufgrund der Komplexität von Bauprojekten scheint es sinnvoll, ein umfangreiches Anforderungsmanagement als Supportprozess zu den Kernprozessen hinzuzufügen.
- **Personalmanagement**
Der Faktor Mensch als Kern der Umsetzungsprozesse ist hauptverantwortlich für den Erfolg im Unternehmen. Dabei gestaltet es sich als wesentlich, dass die ökonomischen Ziele des Unternehmens mit den sozialen Zielen und den Individualzielen jedes Einzelnen in Wechselwirkung stehen und großteils übereinstimmen. Hierfür bildet ein ausgewogenes Personalmanagement eine grundsätzliche Hilfestellung in der Implementierung dieser Ziele.
- **Vertragsmanagement**
Die oftmals komplexe Vertragssituation mit zahlreichen Einflussgrößen und Schnittstellen sowie dynamischen Veränderungsprozessen während der Planung und Ausführung bedarf eines Managements, welches umsichtig und doch bestimmt die Einflussgrößen analysiert und die Veränderungen berücksichtigt. Dieses ist notwendig, um im Gesamtfluss eines Bauprojektes die Ziele des Bestellers sowie des Ausführenden erreichbar zu machen. Die Auslegung des Leistungszieles führt in vielen Fällen bei unzureichender Kommunikation und nicht eindeutiger Definition zu Konflikten und Misstrauen zwischen den Beteiligten. Diese Managementaufgabe stellt daher einen Kernbereich in einer reibungslosen sowie positiven Projektabwicklung dar.
- **Controlling**
Die Instrumente und Informationen des Managements zur Überwachung und Steuerung der Prozesse stellen wesentliche Grundsätze für die Manövrierfähigkeit innerhalb eines Projektes dar. Dabei kann das Controlling die vielfältigen Diskrepanzen aufzeigen und rechtzeitig Maßnahmen zur Kurskorrektur vorschlagen. Controlling wird oftmals fälschlicherweise mit dem Begriff Kontrolle in Verbindung gebracht werden.

- **IT-Management**
Sämtliche IT-Prozesse, welche heutzutage fast alle Bereiche eines Unternehmens in seinen Kern- und Supportprozessen steuern bzw. begleiten, haben aufgrund ihrer Einflussgrößen und Abhängigkeiten der Beteiligten von diesen eine hohe Relevanz. Dies wird durch die derzeitigen Digitalisierungsmaßnahmen zusätzlich verstärkt.
- **Arbeitssicherheit**
Der Schutz des Arbeitnehmers als Kernaufgabe eines Unternehmens reicht von der technisch-organisatorischen Regelung bis hin zu personellen Bedingungen, welche es ermöglichen, die Umsetzung eines Bauprojektes mit all seinen Konsequenzen in der Art durchzuführen, dass die Auswirkungen auf die handelnden Personen möglichst gering sind. Der Grad der Gefährlichkeit von Arbeiten sowie die sich ständig ändernden Umweltbedingungen kennzeichnen dabei die Einflussgrößen der Arbeitssicherheit und bedürfen eines kontinuierlichen und konsequenten Managements zu Reduktion der möglichen Gefährdungen bzw. Folgeschäden.
- **Planungsmanagement**
Dieser Supportprozess ist wesentlicher Bestandteil in der Realisierung und bildet demnach das Werkzeug zur eigentlichen Umsetzung. Die Trennung zwischen Planung und Ausführung führt in vielen Fällen zu unterschiedlichen Auffassungen und Schnittstellen, welche wiederum differenzierte Auslegungen des Verständnisses des Leistungszieles mit sich bringen. Demnach scheint es unausweichlich, dem Thema Planung verstärkt auch eine Managementaufgabe im Sinne der Koordination und Kommunikation zu Teil werden zu lassen. Die Entscheidungsprozesse im Planungsmanagement haben wesentliche Auswirkung auf die Baudurchführung, und können einerseits die Schwachstellen aufzeigen, wie auch mögliche Rationalisierungspotenziale identifizieren. Ein effektives und effizientes Planungsmanagement ist demnach Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung.

Sämtliche genannten Supportprozesse können im Sinne des Bauprozessmanagements gleichermaßen als Erfolgsfaktoren eingestuft werden. Diese Einflussgrößen bilden aufgrund ihrer unterstützenden Wirkung die Basis für die Umsetzung der Kernprozesse, welche ohne die Supportprozesse nicht realisierbar wären. Demnach sind diese komplementären Variablen maßgeblich für den Erfolg bzw. Misserfolg eines Bauprozessmanagements verantwortlich.

2.1.4 Anwendbarkeit und Umsetzung des Bauprozessmanagements

Die Optimierung von Geschäftsprozessen bedingt neben einer umfangreichen Analyse auch eine grundsätzliche Neuorientierung in der Struktur,

da es nicht ausreicht, einzelne Schwachstellen lediglich zu erkennen, sondern diese auch konsequent zu eliminieren. Dabei können einerseits die bestehenden Prozesse eingehend betrachtet und analysiert werden, oder aber im Falle des Nicht-Vorhandenseins auch theoretische Überlegungen die Grundlage bilden. Schlussendlich ist es jedoch erforderlich, sämtliche mögliche Ansätze in Erwägung zu ziehen, um mittels dieser entweder einzeln oder in Kombination eine Optimierung vorzunehmen.¹⁴⁶

Dies kann gemäß nachfolgender Betrachtung (Bild 2.11) erfolgen:

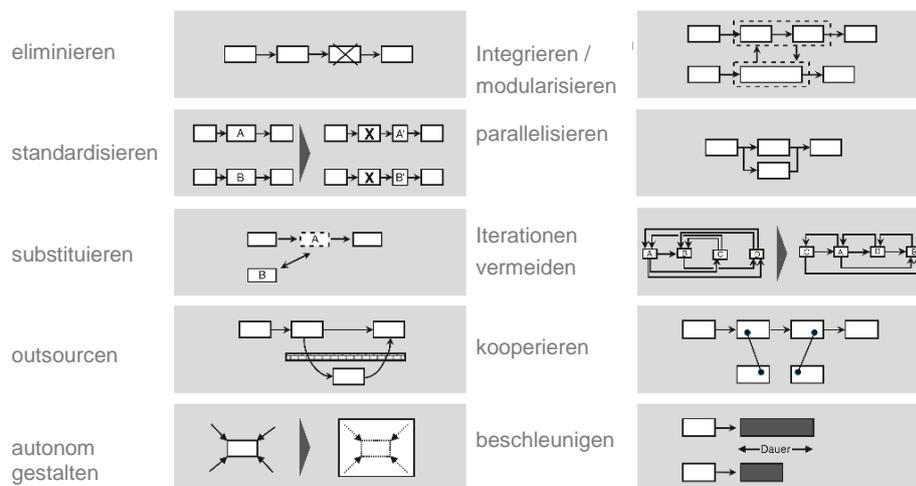


Bild 2.11 Mögliche Optimierungsansätze ¹⁴⁷

Eine Optimierung kann dabei durch Elimination von Tätigkeiten, welche keinen Beitrag zur Wertschöpfung leisten erfolgen. Des Weiteren kann eine Standardisierung von Abläufen zur Effizienzsteigerung sowie zur Reduktion der Fehleranfälligkeit beitragen. Die Substitution einzelner Prozesse oder Prozessketten trägt dazu bei, wie die Auslagerung (Outsourcen) von Prozessen. Zur Reduktion von Schnittstellen können einzelne Teilbereiche auch autonom gestaltet werden. Die Zusammenfassung und Integration einzelner Geschäftsprozesselemente, sowie die parallele Ausgestaltung von sequenziellen Prozessen, ist eine mögliche Variante der Optimierung. Je exakter Prozesse im Vorfeld definiert sind und die Verantwortlichkeiten festgelegt wurden, desto geringer fallen die Iterationen aus. Durch das Thema der Kooperation untereinander entsteht eine bessere Ressourcenverteilung. Zusätzlich können durch die Abstimmung der Anforderungen im Vorfeld bessere Ergebnisse erzielt werden. Es muss

¹⁴⁶ Vgl. SCHUH, G. et al.: Prozessmanagement. In: Strategie und Management produzierender Unternehmen – Handbuch Produktion und Management 1. S. 377

¹⁴⁷ SCHUH, G. et al.: Prozessmanagement. In: Strategie und Management produzierender Unternehmen – Handbuch Produktion und Management 1. S. 378

daher auch das Potenzial der Reduktion der Durchlaufzeit eines Prozesses intensiv in Betracht gezogen werden, um eine Optimierung aller Prozesse auf allen Ebenen zu ermöglichen. Mittels einer derartigen Optimierung kann ein Soll-Prozess erstellt werden. Dieser ist vor allem durch einen hohen Anteil an Wertschöpfung, mehr Feedback, jedoch wenig Rückkopplungen und geringe Bestände gekennzeichnet, sowie mit einer reduzierten Ausschussrate bzw. Nacharbeit verbunden.¹⁴⁸

Um die Auswirkungen und den Nutzen der einzelnen Einflussgrößen bzw. des gesamten Prozessmanagements zu identifizieren ist es notwendig, all die genannten Aspekte zu analysieren und bei Erkennen eines Potenzials zur Steigerung der Prozessqualität diese auch neu zu organisieren. Somit kann sich der Erfolg durch das eingeführte Bauprozessmanagement einstellen.

2.1.5 Auswirkungen und Nutzen des Bauprozessmanagements

Sämtliche Kern- und Supportprozesse in einem Unternehmen bedingen Abläufe im Hintergrund, welche zumeist durch eine oder mehrere Personen in einem Unternehmen getragen werden. Demnach entstehen zur Ein- bzw. Durchführung des Prozessmanagements im Umkehrschluss ebenso Kosten, welche bereits vor der Einführung zusätzlicher Prozesse eruiert werden sollten, um den endgültigen Nutzen, welcher durch eine Optimierung entsteht, auch monetär bewerten zu können. Dieser Grundsatz sollte nicht nur auf der alle Geschäftsprozesse umspannenden Unternehmensebene erfolgen, sondern auch in jedem einzelnen internen und externen Projekt überprüft werden. Dabei muss eine Unterscheidung zwischen eindeutig messbaren wirtschaftlichen Einsparungskriterien, also hard-benefits und den schwer quantifizierbaren soft-benefits getroffen werden. Greif- bzw. messbare Einsparungen sind demnach leichter eruiierbar, wobei bspw. reduzierter Aufwand bzw. geringerer Lagerbestand ev. auch nur teilweise längerfristig als Einsparung wirken. Demgegenüber stehen die schwerer messbaren weichen Kriterien wie bspw. Kundenzufriedenheit und Wettbewerbsvorteil.¹⁴⁹

Es erscheint es jedoch zielführend, die Optimierungspotenziale, welche durch das eingeführte Prozessmanagement entstehen, insoweit im Vorfeld zu bewerten, als dass die Kosten für die Einführung des Prozessmanagements zwar anfänglich hoch sind, da zusätzliche Maßnahmen und ev. Personal erforderlich werden. Längerfristig sollte jedoch konsequenterweise der Nutzen höher sein als die Kosten, um eine quantifizierbare

¹⁴⁸ Vgl. SCHUH, G. et al.: Prozessmanagement. In: Strategie und Management produzierender Unternehmen – Handbuch Produktion und Management 1. S. 378

¹⁴⁹ Vgl. CHRIST, J. P.: Intelligentes Prozessmanagement. S. 76

Rendite ¹⁵⁰ im Unternehmensergebnis darstellen zu können. Dieses Verhältnis wird in nachfolgender Darstellung (Bild 2.12) veranschaulicht.

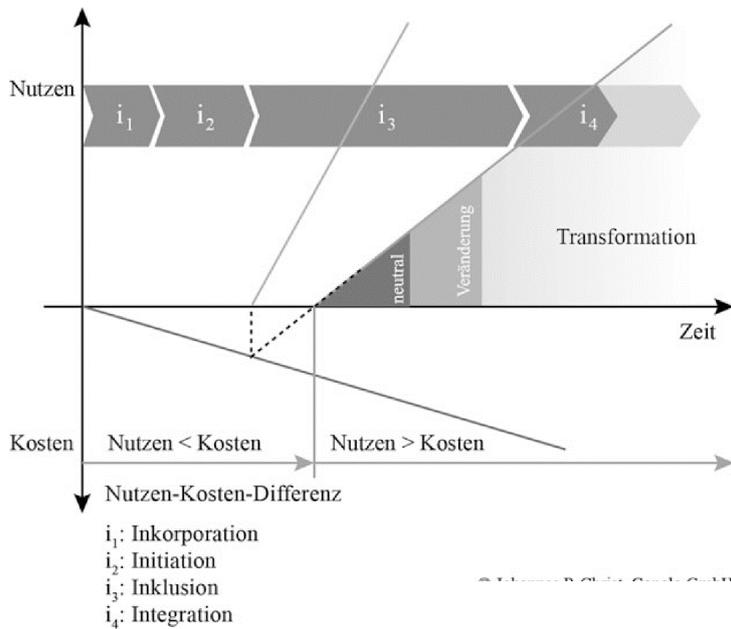


Bild 2.12 Nutzen-Kosten-Differenz ¹⁵¹

Die vergleichende Bewertung der Differenz erscheint in vielen Fällen auf den ersten Blick als schwierig, da der unmittelbare Nutzen oftmals durch die Kosten bzw. den erhöhten Aufwand überlagert wird. Demgegenüber steht aber der Ansatz eines ganzheitlichen Bauprozessmanagements, welcher die langfristigen Unternehmensziele und -visionen stetig im Auge hat und damit eindeutig den Nutzen des eingeführten Prozessmanagements erkennt. ¹⁵²

Dieser Nutzen kann in einer Ersparnis in Zeit und Kosten für einzelne Fehler oder für den gesamten Ablauf ebenso auftreten wie in eindeutigen und nachvollziehbaren Strukturen sowie Verantwortlichkeiten. Eine Entlastung der Mitarbeiter bzw. Projektbeteiligten bei gleichzeitig höherer Zufriedenheit ermöglicht eine höhere Qualität in den Projekten, Produkten und Dienstleistungen, was sich wiederum als Nutzen des Prozessmanagements darstellen lässt. Die leichtere Steuerungsmöglichkeit mittels Indikatoren erlaubt einem Unternehmen auch mehr Ressourcen zur Kundenbetreuung bzw. in der Akquise einzusetzen. Letztlich kann im Unternehmen

¹⁵⁰ Unter Rendite wird i.A. der Ertrag oder die Verzinsung in Prozent eines Bezugswertes ausgedrückt, welcher jährlich erzielt wird. Diese Erfolgsgröße als Verhältnis des Kapitaleinsatzes zu seinem Ertrag ist mit der Rentabilität, welche sich auf den Unternehmenserfolg bezieht, nicht gleichzusetzen. Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 2717

¹⁵¹ CHRIST, J. P.: Intelligentes Prozessmanagement. S. 77

¹⁵² Vgl. CHRIST, J. P.: Intelligentes Prozessmanagement. S. 76

mittels Prozessmanagement wesentlich einfacher und vor allem konsequent, nachvollziehbar und transparent auf allen Ebenen Wissensmanagement für künftige Projekte und Ziele betrieben werden.¹⁵³ Dieses standardisierte Vorgehen ist als wesentlicher Vorteil des Bauprozessmanagements zu verstehen.

Eine im Jahr 2009 veröffentlichte Studie belegt diese Aussagen insofern, als dass durch eingeführtes Prozessmanagement vor in allem Industrieunternehmen zahlreiche Vorteile gemäß Bild 2.13 generiert werden können.

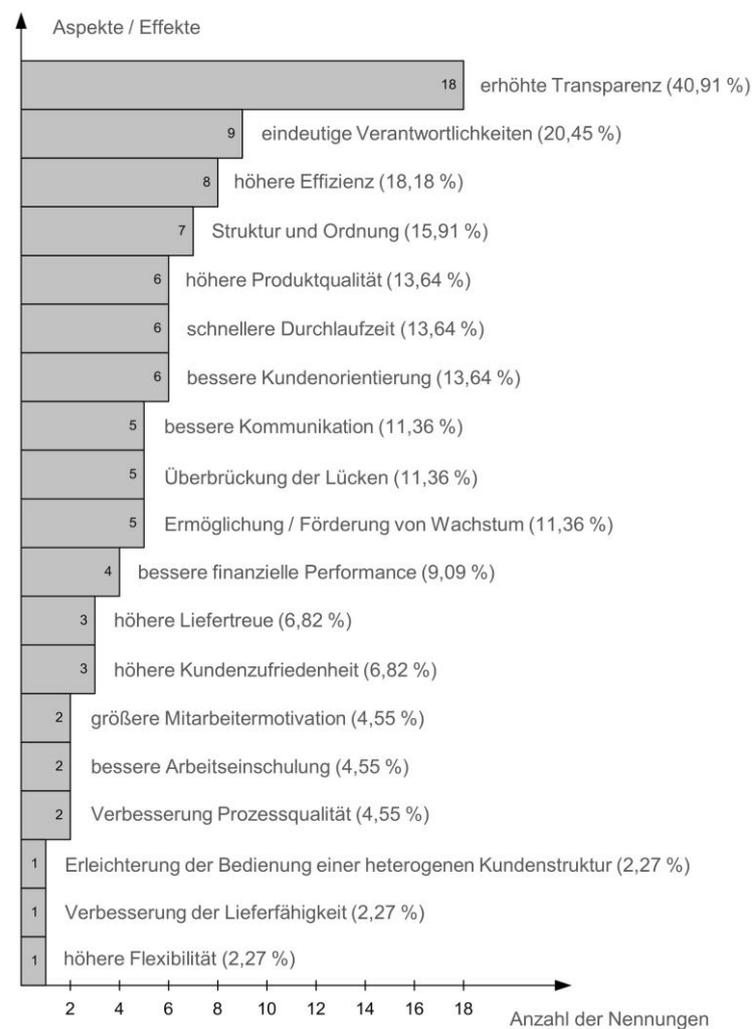


Bild 2.13 Effekte aufgrund von Prozessmanagement ¹⁵⁴

¹⁵³ Vgl. <http://www.uni-kl.de/universitaet/verwaltung/zentrale-dienste/qualitaetsmanagement-und-personalentwicklung/prozessmanagement/nutzen-des-prozessmanagements/>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018

¹⁵⁴ weiterentwickelt aus: KOHLBACHER, M.: The Perceived Effects of Business Process Management. S. 401

Dabei zeigt sich, dass die befragten Unternehmen vor allem im Bereich Transparenz und Verantwortlichkeiten durch eingeführtes Prozessmanagement Vorteile generieren. Auch in der Steigerung der Effizienz des Unternehmens sowie in einer eindeutigeren Strukturierung der Organisation kann erhöhter Nutzen ausgemacht werden können, was sich in höherer Produktqualität mit kürzeren Durchlaufzeiten und stärkerer Kundenorientierung äußert. Die bessere Kommunikation und Zusammenarbeit aller Beteiligten zeigen intern sowie auch extern positive Aspekte. Schlussendlich geben die Befragten an, dass durch das Prozessmanagement das Unternehmenswachstum gefördert wird. Vorteile können des Weiteren in der finanziellen Performance, der höheren Termintreue, der Kundenzufriedenheit und der Mitarbeitermotivation festgestellt werden. Die bessere Prozessqualität erlaubt eine schnellere und einfachere Einarbeitung in selbige, was eine Erhöhung der Lieferfähigkeit und verstärkter Flexibilität mit sich bringt.¹⁵⁵

In Summe gesehen trägt ein geführtes Prozessmanagement auch im Bauwesen zu erhöhter Transparenz in den Abläufen bei, was wiederum langfristig betrachtet zu höherer Wirtschaftlichkeit und Zufriedenheit bei allen Beteiligten führt.

Die holzbauspezifischen Anwendung sowie der derzeitige Stand des Prozessmanagements in der Holzbau-Branche werden in Kap. 4.2.4 näher beschrieben.

¹⁵⁵ Vgl. KOHLBACHER, M.: The Perceived Effects of Business Process Management. S. 400 ff

2.2 Planung als Teil des Bauprozessmanagements

Das Thema Planung als wesentlicher Bestandteil in der Vorphase der Bauausführung ist umfassend, vielschichtig und teils auch umstritten. Unter dem Begriff Planung wird in diesem Kontext die Bauwerks- bzw. Objektplanung verstanden, da sie jene Prozesse zusammenfasst, welche direkt mit der Bauwerkserstellung zusammenhängen. Aufgrund der Tatsache, dass Planung gemäß *Lechner* auch als „nonverbale Kulturleistung“ zu bezeichnen ist¹⁵⁶, stellt der Planungsumfang, die Planungstiefe sowie die Messbarkeit dieser Einflussfaktoren einer geistig schöpferischen Leistung in den meisten Bauprojekten eine Herausforderung dar.¹⁵⁷ Grundsätzlich ist das Thema Planung aufgrund dieser Besonderheiten als nicht eindeutig beschreibbare und damit interpretierbare Aufgabe zu verstehen. Demnach wird die Planungsleistung naturgemäß im Vorfeld, aber auch während der gesamten Bauaufgabe und zumeist auch im Nachhinein vielfach kontrovers diskutiert und ist oftmals auch Auslöser von Rechtsstreitigkeiten im Bauwesen.

Wenn Ausschreibungen und damit auch Kalkulationen bzw. Angebote der Bieter aufgrund unvollständiger Planung in die Umsetzungsphase gelangen, wie dies häufig nicht nur im öffentlichen Bereich, sondern auch bei privaten Bauvorhaben der Fall ist, dann stellt sich eine immer wiederkehrende Frage: Inwieweit zeichnet das Thema Planung bzw. das Verhalten der Entscheidungsträger hierfür verantwortlich, dass Unzufriedenheit bei den Beteiligten, Bauzeitverzögerungen und erhöhte Kosten im Zuge der Bauausführung auftreten?¹⁵⁸

Dieser Frage nachgehend, wird die Basis der Planungsprozesse im Bauwesen im folgenden Abschnitt erläutert. Dabei bilden die normativen Grundlagen und Begriffsdefinitionen die Ausgangssituation, welche durch die am Planungsprozess Beteiligten in den einzelnen Planungsphasen interpretiert werden. Das aktuell breit diskutierte Thema der integralen Planung und der Einsatz von Building Information Modeling (BIM) werden ebenso behandelt, da diese Themenfelder vor allem im Bereich der Vorfertigung für den Industriellen Holzbau künftig als wesentliche Werkzeuge zu verstehen sind. Die Anwendung der an dieser Stelle beschriebenen Planungsgrundsätze, deren Auslegung speziell für den Holzbau, sowie die Erweiterung bzw. Verschiebung im Rahmen der Vorfertigung, sind demnach als wesentlicher Parameter in der Entwicklung im Industriellen Holzbau zu verstehen (Vgl. Kap.5.2).

¹⁵⁶ Vgl. LECHNER, H.: Planer sollen für Kosten haften, obwohl sie nicht die Preise machen?. S. 13

¹⁵⁷ Vgl. WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. S. 47

¹⁵⁸ Vgl. LECHNER, H.: Fachzeitschrift planungswirtschaft pw 4.0 | 02/2017 – Ausschreibung auf Basis Vorentwurf. S. 4 ff

2.2.1 Normative Grundlagen und Begriffsdefinitionen

Dass Thema Planung sowie der zugehörige Planungsprozess wird einerseits normativ und andererseits länderspezifisch geregelt. Aufgrund oftmals nicht eindeutiger Aussagen bzw. möglicher Interpretierbarkeit in der einschlägigen Fachliteratur werden die Begrifflichkeiten an dieser Stelle umfassend erläutert. In Österreich regelt die ÖNORM B 1801-1:Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung¹⁵⁹ dieses Thema vorrangig, wobei unter dem Begriff *Planung* die „Ermittlung, Vorgabe und Feststellung von Daten und Informationen“¹⁶⁰ verstanden wird. Gemäß *Lechner* ist im Rahmen der Leistungsmodelle und Vergütungsmodelle (LM.VM.2014) unter Planung jene Arbeit, „mit der versucht wird, aus der zunächst nur unscharfen Bestellung (Bedarfsdarstellung), in mehreren Bearbeitungsrunden (Leistungsphasen) zunehmender Planungstiefe, dem Zustand "eindeutig, erschöpfend [...] gezeichnet/beschrieben/organisiert", möglichst nahe zu kommen“.¹⁶¹

Im Allgemeinen ist mit dem Begriff Planung eine gedankliche Vorwegnahme von Handlungsschritten zu verstehen, d.h. es kann auch nach *Stickler* als „Vorbereitung eines zielorientierten Handels“¹⁶² verstanden werden. Planung ist demnach definiert als das „systematische Suchen und Festlegen von Zielen (Zielplanung) sowie als Vorbereiten von Aufgaben (Aufgabenplanung), deren Durchführung zum Erreichen der Ziele erforderlich ist.“¹⁶³ Damit ist Planung eindeutig zukunftsorientiert.

Im Vergleich zum Begriff Planung, welcher bereits den zeitlichen Aspekt im Begriff inkludiert, umfasst die Bezeichnung Planungsprozess die zugehörigen Definitions-, Planungs- und Umsetzungsprozesse (Vgl. Kap. 2.1.2.1). Diese Phasen, welche wie auch in anderen Disziplinen ebenso wie im Bauprojekt gelten, kennzeichnen die Planung entlang einer Zeitachse, wobei sie wiederum in einzelne Prozesse gegliedert sind. Dabei wird ein Bauprojekt innerhalb des Definitionsprozesses in die Bedarfsdefinition, die Anforderungsplanung, die Projektentwicklung, die Fortschreibung bzw. Vertiefung im Raumbuch, sowie auch in die Änderungsevidenzen unterteilt. Im Rahmen des eigentlichen Planungsprozesses kommen dem Vorentwurf, der Systemplanung, der Genehmigungsplanung, der Ausführungsplanung, der Ausschreibung und der Vergabe wesentliche Bedeutungen einer Planungsleistung zu. Letztlich werden im

¹⁵⁹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 1801-1 (Ausgabe: 2015-12-01) Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung. S. 1 ff

¹⁶⁰ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 1801-1 (Ausgabe: 2015-12-01) Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung. S. 4

¹⁶¹ LECHNER, H.: Modelle, Strukturen, Phasen (LPH) – Integrierte Planeraussage (IPLA) – Entscheidungen, Änderungen (ÄEV) – Planen und Bauen im Bestand (PBiB). In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 3

¹⁶² Vgl. <http://www.verkehrplus.eu/projekte/>. Datum des Zugriffs: 15.März.2018

¹⁶³ BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 275

Umsetzungsprozess die örtliche Bauaufsicht, die Realisierung sowie auch der Betriebsübergang vereint.¹⁶⁴

Dies zeigt, dass sich der Planungsprozess über einen bestimmten Zeitraum erstreckt, in welchem einzelne Handlungsschritte gedanklich vorweggenommen werden, um die Umsetzung einer Idee erst zu ermöglichen. Diese prozesshaften Schritte sind in einzelne Vorgänge gegliedert, welche in die Entwicklung, Bewertung und Entscheidung als ein sich zirkular wiederholender fortschreitender Kreislauf abgebildet (Bild 2.14) werden können.¹⁶⁵

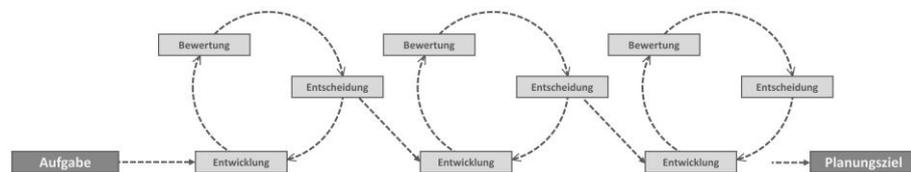


Bild 2.14 Zirkular verlaufender Planungsprozess ¹⁶⁶

Grundsätzlich definiert sich der Planungsprozess durch die zu erbringenden Leistungen der beteiligten Planer. Dabei scheint es wesentlich, dass ein Prozessablauf im Vorfeld in Anlehnung an die jeweilige Bauaufgabe und Komplexität mit allen Fachplanern erstellt wird, um die entscheidenden Parameter und unterschiedlichen Anforderungen bereits zuvor exakt zu definieren, um damit den Interpretationsspielraum während der Planungsprozesse weitestgehend zu vermeiden.¹⁶⁷

Es scheint demnach folgerichtig und konsequent, dass eine exakte und vollständige Planung die unabdingbare Voraussetzung jedes Bauens ist.¹⁶⁸ Da dies im Allgemeinen nicht der Realität im Bauwesen entspricht, kommt es in fast jedem Bauprojekt ab einem bestimmten Zeitpunkt zur Diskussion über den Umfang und Inhalt der erforderlichen oder auch geschuldeten Planungsleistung.¹⁶⁹ Schlussendlich ist aber gute Planung der Schlüssel zum Erfolg, wobei die Zielsetzung stets den Fokus des Betrachters lenken sollte.¹⁷⁰

Demnach sollte zumindest der Versuch unternommen werden, sich dem Thema früh- bzw. rechtzeitiger Planung zu widmen und diese zu forcieren.

¹⁶⁴ Vgl. LECHNER, H.: Modelle, Strukturen, Phasen (LPH) – Integrierte Planeraussage (IPLA) – Entscheidungen, Änderungen (ÄEV) – Planen und Bauen im Bestand (PBiB). In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 11

¹⁶⁵ Vgl. FRANKE, L. et al.: Baukonstruktion im Planungsprozess – Vom Entwurf zum Detailplanung. S. 48

¹⁶⁶ FRANKE, L. et al.: Baukonstruktion im Planungsprozess – Vom Entwurf zum Detailplanung. S. 48

¹⁶⁷ BOLLINGER, K. et al.: Planungsprozesse komplexer Strukturen – Interaktion zwischen Architektur und Tragwerk. In: Bautechnik, Band 91 | Ausgabe 4/2014. S. 231 ff

¹⁶⁸ Vgl. MOSCHIG, G. F.: Bausanierung – Grundlagen – Planung – Durchführung. S. VI

¹⁶⁹ Vgl. LECHNER, H.: Was ist der erwartbare Inhalt von T(G)A Planungsleistungen und von Koordination?. In: Tagungsband 8.Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar. S. 124 ff

¹⁷⁰ Vgl. HACHTEL, G.; HOLZBAUR, U.: Management für Ingenieure – Technisches Management für Ingenieure in Produktion und Logistik. S. 38

Die dafür erforderlichen Prozesse, Regelwerke, Möglichkeiten und Instrumente werden in den nun folgenden Abschnitt erläutert.

2.2.2 Planungsprozesse und Regelwerke

Planungsprozesse des Bauwesens entwickeln sich von den bisherigen bzw. derzeit hauptsächlich vorherrschenden linearen Planungsprozessen hin zu den komplexeren integralen Planungsprozessen. Im Zuge eines klassischen linearen Planungsprozesses werden die einzelnen Planungsphasen nacheinander gestaffelt abgearbeitet, wobei zusätzlich oftmals eine Trennung von Produktion und Ausführung hinzukommt. Dies bedingt in einem Planungsteam, ergänzend zu den ohnehin zahlreichen Schnittstellen, zusätzlich die fehlende bzw. unzureichende Integration des Wissens der Ausführenden, welche in den Planungsphasen kaum bis gar nicht eingebunden werden.¹⁷¹

Das nachfolgende Bild 2.15 zeigt diesen herkömmlichen linearen Planungsprozess in Anlehnung an die HOAI.

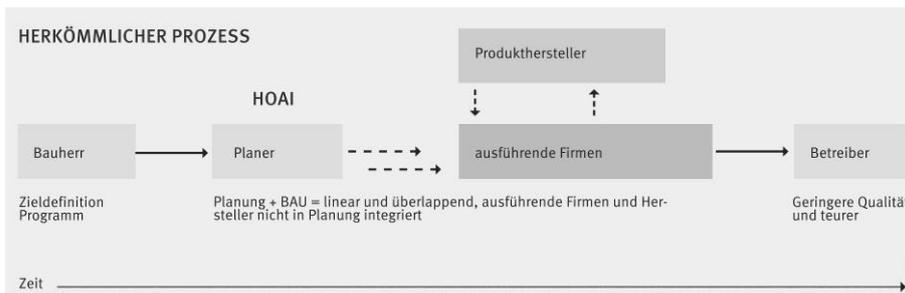


Bild 2.15 Prinzip eines herkömmlichen linearen Planungsprozesses¹⁷²

Innerhalb eines linearen Planungsprozesses definiert der Bauherr in einem ersten Schritt seinen Bedarf mit den zugehörigen Zielen, um daraus ein Bedarfsprogramm abzuleiten. Dieses wird an den jeweiligen Objektplaner übergeben, welcher die Planung des Bauwerkes gemeinsam mit weiteren Fachplanern übernimmt und die Planung insoweit fertig stellt, als dass sie seitens der ausführenden Unternehmen übernommen werden kann. Im Zuge dieses Schrittes fehlt jedoch die frühzeitige Rückkoppelung durch das beauftragte Unternehmen zum Planer selbst, da wesentliche Informationen sowie Know-how betreffend der Ausführung bereits zu einem früheren Zeitpunkt in die Planung einfließen sollten.

Dieser klassische Planungsprozess weist aufgrund der großen Anzahl an Schnittstellen sowie der zahlreichen Dokumente, welche laufend und teilweise parallel angepasst werden, immer wieder Lücken auf, wobei diese,

¹⁷¹ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 80 ff

¹⁷² SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 144

ebenso wie auftretende Fehler, im Rahmen späterer Überarbeitungen oftmals nicht korrigiert werden. Aufgrund des linearen Ablaufes und der späten Einbindung der Ausführenden, beinhalten Pläne oftmals nicht ausführungstaugliche Details, was zumeist zu Planungsänderungen im Zuge der Ausführung führt und damit Mehrkosten und Bauzeitverlängerungen bedingt oder aber auch der ursprüngliche Entwurf mit den vereinbarten Zielen Kompromisse birgt.¹⁷³ Die auftretenden Schnittstellen zwischen den einzelnen am Planungsprozess Beteiligten können allerdings bei unzureichender Informationsweitergabe auch zu Informationsverlusten führen, welche in der weiteren Projektbearbeitung andere Ergebnisse liefern können und somit inhaltlich, aber auch zeitlich kritisch werden. Diese Informationsverluste können einerseits durch die Nicht-Weitergabe von grundsätzlichen Detailinformationen und generellem Wissen entstehen, andererseits aber auch durch die verwendeten unterschiedlichen Datenformate erzeugt werden.¹⁷⁴

Das nachfolgende Bild 2.16 zeigt schematisch diese Informationsverluste im linearen Planungsprozess aufgrund unzureichender Schnittstellen.

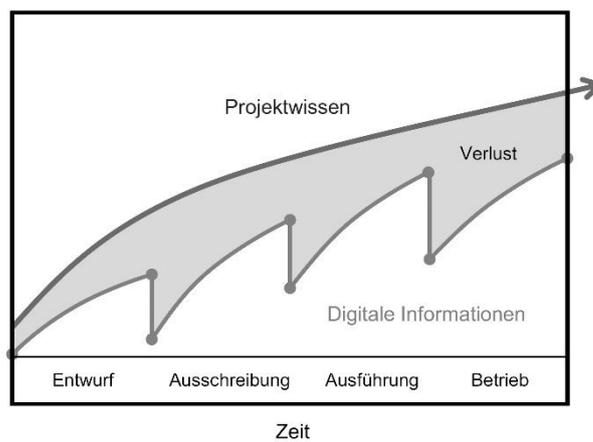


Bild 2.16 Informationsfluss mit Informationsverlusten im linearen Planungsverlauf ¹⁷⁵

Im Vergleich zum klassischen linearen Planungsverlauf geht der integrale Planungsprozess nicht von sequenziellen Planungsphasen, sondern von teils parallelen und auch vorgezogenen Abläufen aus. Demnach besteht auch keine dezidierte Trennung zwischen Planung und Ausführung, was oftmals den Vorteil birgt, dass das Wissen der ausführenden Unternehmen bereits frühzeitig in die Planung einfließen kann. Folglich kann damit, im Vergleich zum linearen Planungsprozess, die oftmals auftretende

¹⁷³ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 5

¹⁷⁴ Vgl. BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. S. 3 ff

¹⁷⁵ BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. S. 3

Überarbeitung der Entwurfsplanung im Zuge der Ausführungsplanung entfallen, was auch als Re-Design-Phase bezeichnet wird.¹⁷⁶ Dieser integrale Planungsprozess tritt aufgrund seiner Vorteile im Bauwesen verstärkt in den Vordergrund, wobei bis dato noch nicht von einer grundsätzlichen Änderung aller Planungsprozesse gesprochen werden kann. Lediglich in einzelnen Teilbereichen, vor allem in jenen mit komplexen Planungsaufgaben oder auch branchen- und bereichsspezifischen Anforderungen wurden Anpassungen vorgenommen.

Das Prinzip eines integralen Planungsprozesses ist im nachfolgenden Bild 2.17 schematisch veranschaulicht.

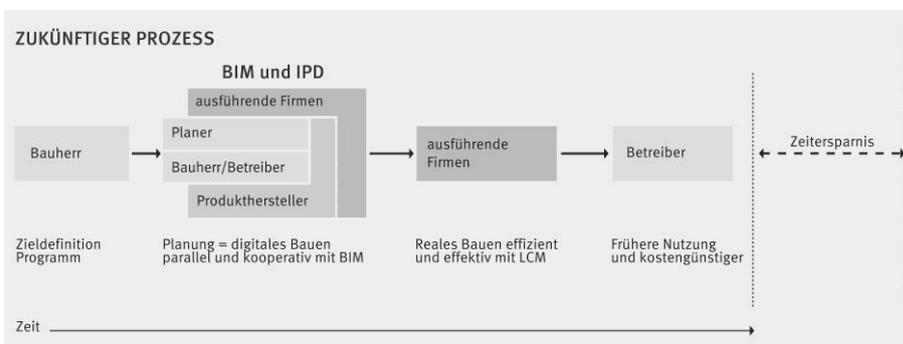


Bild 2.17 Prinzip des integralen Planungsprozesses¹⁷⁷

Die Grundlagendefinition und Zielvorgabe in Form des Bedarfsprogrammes erfolgt durch den Bauherrn in gleicher Weise wie im linearen Planungsprozess. Er übergibt dieses jedoch nicht nur an die Planer, sondern auch an den künftigen Betreiber sowie die ausführenden Unternehmen und Hersteller. Dies erlaubt eine kooperative Planungsphase, bei welcher bereits frühzeitig das Wissen aller in die Planung miteinfließt.¹⁷⁸

Diesen kooperativen Gedanken einer Planung greift auch das Thema Building Information Modeling (BIM) auf, bei welchem alle Informationen eines Bauvorhabens in einem dreidimensionalen (interaktiven) Modell zentral gespeichert und gemeinsam bearbeitet werden. Die Grundsätze und Besonderheiten von BIM werden im Kap. 2.2.5 näher erläutert.

Die nachfolgende Tabelle 2.1 fasst die Unterschiede des linearen und integralen Planungsprozesses zusammen.

¹⁷⁶ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 145 ff

¹⁷⁷ SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 144

¹⁷⁸ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 145

Tabelle 2.1 Unterschiede in Planungsprozessen ¹⁷⁹

Vergleichskriterien	linearer Planungsprozess	integraler Planungsprozess
Planungsphasen	nacheinander und linear überlappend	vorgezogen und teilweise parallel
Integration der Ausführenden	erst nach der Vergabe	vor der Vergabe
Einfluss auf Gestaltung und Kosten	reduziert	erhöht
Risiko für Kosten durch Planungsänderungen	erhöht	reduziert
Vergabeart	konventionelle Vergabe (z.B. Einzelvergabe)	vorgezogene Vergabe (z.B. Totalunternehmer Vergabe)
Re-Design-Phase	(zumeist) notwendig	entfällt

Welche Form eines Planungsprozess zum Einsatz gelangt, wird durch diese unterschiedlichen Planungsphasen bestimmt. Diese Phasen werden einerseits normativ vorgegeben, andererseits auch durch spezielle Regularien definiert.

In Österreich werden die Planungsphasen sowohl in einzelnen Normen sowie auch in nicht normativen bzw. gesetzlich vorgegebenen Planungsempfehlungen und Leitfäden geregelt. Im informativen Anhang der ÖNORM A 6241-2 ¹⁸⁰ findet sich eine Tabelle B1, welche eine Zuordnung der Lebensphasen eines Bauwerkes an in Österreich gültige Normen vornimmt. Dabei erfolgt eine Zuordnung der Lebensphasen gemäß ÖNORM EN 16310 ¹⁸¹ an die Phasen der nachfolgenden Normen:

ÖNORM B 1801-2 ¹⁸²	Objektlebenszyklus
ÖNORM B 1801-1 ¹⁸³	Projektphase
ÖNORM A 7010-5 ¹⁸⁴	Planungsphasen
ÖNORM A 6241-2 ¹⁸⁵	Lebensphasen eines Gebäudes
ÖNORM A 6241-2	Projektphasen eines Gebäudes

¹⁷⁹ weiterentwickelt aus ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 9

¹⁸⁰ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 6241-2 (Ausgabe: 2015-07-01) Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM. S. 18 ff

¹⁸¹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 16310 (Ausgabe: 2013-004-01) Ingenieurdienstleistungen – Terminologie zur Beschreibung von Ingenieurdienstleistungen für Gebäude, Infrastruktur und Industrieanlagen. S. 1 ff

¹⁸² Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 1801-2 (Ausgabe: 2011-04-01) Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 2: Objekt-Folgekosten. S. 1 ff

¹⁸³ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 1801-1 (Ausgabe: 2015-12-01) Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objektterrichtung. S. 1 ff

¹⁸⁴ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 7010-5 (Ausgabe: 2014-04-01) Objektbewirtschaftung – Datenstrukturen – Teil 5: Objektbuch zur nutzungs- und betriebsorientierten Informationsweitergabe. S. 1 ff

¹⁸⁵ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 6241-2 (Ausgabe: 2015-07-01) Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM. S. 1 ff

Neben der normativen Regelung wird das Thema der zu erbringenden Planungsleistungen von *Lechner* in den Leistungsmodellen und Vergütungsmodellen für Planungsleistungen aus dem Jahr 2014 (LM.VM.2014)¹⁸⁶ als Vorschlag für die Abgrenzung der Planungsleistung mit zusätzlichen Information zu den Vergütungen einzelner Planerleistungen eingebracht. Dieses oftmals als *Leistungsbilder* bezeichnete Sammelwerk hat zwar keinerlei rechtliche Bindung, wird jedoch aufgrund des Umfangs der unterschiedlichen Planungsdisziplinen und des großen Detaillierungsgrades in vielen Fällen bei österreichischen Bauvorhaben eingesetzt. Zusätzlich zum LM.VM.2014 wurden für die Leistungsbilder Architektur¹⁸⁷, Tragwerksplanung und Bauphysik¹⁸⁸ ebenso wie Technische Ausrüstung¹⁸⁹ umfangreiche ergänzende Kommentare sowie auch Erläuterungen zur Objektplanung Architektur¹⁹⁰ verfasst, welche den vorliegenden Interpretationsspielraum größtenteils minimieren sollen, um eindeutig beschreibbare Leistungen abgrenzbar zu machen.

Ergänzend zum LM.VM.2014 finden sich einige weitere inoffiziell und immer noch in Anpassung befindliche, sowie teils gültige und teilweise bereits zurückgezogene Richtlinien, Empfehlungen und Vorschläge für die Ermittlung der Planerhonorare bzw. für die Leistungsabgeltung von Planern.

Die über einen langen Zeitraum als Empfehlung des Verbandes gültige, jedoch im Jahr 2005 aus kartellrechtlichen Gründen zurückgezogene Honorarordnung für Baumeister (HOB)¹⁹¹ wurde im Jahr 2006 seitens der Bundesinnung Bau (Geschäftsstelle Bau) der Wirtschaftskammer Österreich durch einen Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungsleistungen¹⁹² mit sieben Bänden ersetzt, um seitens der offiziellen Landesvertretung die wesentlichen Grundlagen und Definitionen, sowie eine Kalkulationsrichtlinie mit Fallbeispielen herauszugeben.

Seitens der Bundeskammer für Architekten und Ingenieurkonsulenten wurden im Laufe der Jahre zahlreiche Versionen unterschiedlicher Honorarordnungen bzw. Empfehlungen für die Berechnung von Planungsleis-

¹⁸⁶ Vgl. LECHNER, H.: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 1 ff

¹⁸⁷ Vgl. LECHNER, H.; STIFTER, D.: Kommentar zum Leistungsbild Architektur – HOAI 2013 – LM.-VM.2014. S. 1 ff

¹⁸⁸ Vgl. LECHNER, H.; STIFTER, D.: Kommentar zum Leistungsbild Tragwerksplanung und Bauphysik (HOAI 2009-20xx). S. 1 ff

¹⁸⁹ Vgl. LECHNER, H.; STIFTER, D.: Kommentar zum Leistungsbild Technische Ausrüstung (HOAI 2009-20xx). S. 1 ff

¹⁹⁰ Vgl. LECHNER, H.: Erläuterungen zu LM.VM Objektplanung Architekt (OA). S. 1 ff

¹⁹¹ Vgl. BUNDESINNUNG DER BAUGEWERBE: Honorarordnung der Baumeister (HOB). S. 1 ff

¹⁹² Vgl. BUNDESINNUNG BAU: Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen | Band 1 – Band 7. S. 1 ff

tungen veröffentlicht. Diese unverbindlichen Empfehlungen der Landesvertretung in Form der HOA – Honorarleitlinie für Architekten¹⁹³ (Allgemeiner Teil, Abschnitt A, B und D) oder auch die HOB-I – Honorarleitlinie Bauwesen – Ingenieurbauwerke, Planung und örtliche Bauaufsicht¹⁹⁴ sowie die HOB-S – Honorarleitlinie Bauwesen für statische und konstruktive Bearbeitung von Hoch-, Industrie-, Wasser- und Sonderbauten¹⁹⁵ wurden ebenso wie die HOB im Jahr 2005 außer Kraft gesetzt, da diese nicht der Vorgabe der EU-Kommission gegen das geltende Kartellgesetz Rechnung trugen. Zusätzlich wurde die Honorarleitlinie für Projektsteuerung HO-PS¹⁹⁶, die Honorarleitlinie für die begleitende Kontrolle HO-BK¹⁹⁷ sowie die Honorarleitlinie für Aufgaben aus der Bauphysik HO-BPH¹⁹⁸ zurückgezogen.

Da jedoch die Definitionen, Berechnungsgrundlagen und Leistungsgrenzen wesentlich für die Ermittlung der Planerhonorare sind, wurde aufgrund der Zurückziehung der alten Verbandsempfehlungen seitens der Bundeskammer für Architekten und Ingenieurkonsulenten die HIA – Honorar Information Architektur¹⁹⁹ entwickelt und im Jahr 2008 erstmalig als Nachfolgeempfehlung für die Definition und Abschätzung der Planungsleistungen der Architektur veröffentlicht.

Demnach wird zurzeit in Österreich entweder auf die HIA oder auf die LM.VM.2014 zurückgegriffen, wobei letztere aufgrund des Umfangs und des hohen Detaillierungsgrades neben den grundsätzlichen Definitionen vor allem die einzelnen Planungsphasen umfassend veranschaulichen.

Im Vergleich zu den genannten österreichischen Regularien gilt in Deutschland die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)²⁰⁰ als offizielle Verordnung des Bundes und regelt sämtliche Honorare für Architekten- und Ingenieurdienstleistungen. Die seit dem Jahr 1977 geltende HOAI wurde mehrmals überarbeitet und trat im Jahr 2013 als Neufassung in Kraft. Die HOAI gilt als verbindliches Preisrecht für sämtliche Planerleistungen in Deutschland. Demnach ist die HOAI das deutsche Äquivalent der HIA, welche die Grundleistungen gemäß den

¹⁹³ Vgl. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSUL.: Honorarordnung für Architekten – HOA. S. 1 ff

¹⁹⁴ Vgl. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSUL.: HOB-I Honorarleitlinie Bauwesen – Ingenieurbauwerke, Planung und örtliche Bauaufsicht. S. 1 ff

¹⁹⁵ Vgl. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSUL.: Honorarleitlinie Bauwesen HOB-S für statische und konstruktive Bearbeitung von Hoch-, Industrie-, Wasser- und Sonderbauten. S. 1 ff

¹⁹⁶ Vgl. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSUL.: Honorarordnung für Projektsteuerung HO-PS. S. 1 ff

¹⁹⁷ Vgl. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSUL.: Honorarordnung für Begleitende Kontrolle HO-BK. S. 1 ff

¹⁹⁸ Vgl. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSUL.: HO-BPH Honorarleitlinie Bauphysik. S. 1 ff

¹⁹⁹ Vgl. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSUL.: HIA 2010 Honorar Information Architektur. S.

²⁰⁰ Vgl. BUNDESREGIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) – Kostenrecht – Bundesrechtsverordnung. S. 1 ff

Leistungsbildern mit zugehörigen Preisen festlegt.²⁰¹ Die HIA in Österreich ist jedoch als eine nicht rechtlich verbindliche Empfehlung bzw. Information für die Preisgestaltung zu verstehen, wohingegen die HOAI deziert als verbindlich im rechtlichen Sinne anzusehen ist.

Im Zuge eines Planungsprozesses stellt sich jedoch die entscheidende Frage, wer was wann und mit welchem Umfang für ein Bauvorhaben zu planen hat. Eine Orientierungshilfe zur Leistungsabgrenzung geben die LM.VM.2014 sowie die HOAI, wobei die Planungsbeteiligten einer eindeutigen Zuordnung bedürfen.

2.2.3 Am Planungsprozess Beteiligte und Kooperationsmodelle

Die Komplexität von Bauwerken hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen und steigt auch weiterhin. Um die erhöhten Anforderungen entsprechend abdecken zu können, ist es notwendig, bereits während der Planungsphase vermehrt Spezialisten einzubinden, welche im Bereich der Bauphysik, aber auch der Gebäudetechnik hohe Kompetenz und Fachkenntnis besitzen und diese in den Planungsprozess frühzeitig einbringen.²⁰² Damit steigt die Anzahl der am Planungsprozess Beteiligten, wobei damit auch gleichzeitig mehr Schnittstellen in der Planung entstehen.

Grundsätzlich können die Beteiligten eines Planungsprozesses gemäß nachfolgendem Bild 2.18 in vier generelle Gruppen eingeteilt werden.

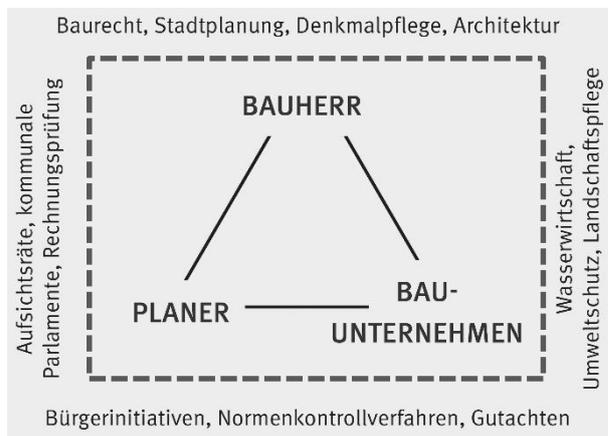


Bild 2.18 Beteiligte im Planungsprozess ²⁰³

Diese lauten folgendermaßen:

²⁰¹ Vgl. LECHNER, H.: Modelle, Strukturen, Phasen (LPH) – Integrierte Planeraussage (IPLA) – Entscheidungen, Änderungen (ÄEV) – Planen und Bauen im Bestand (PBiB). In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 6

²⁰² Vgl. MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik – eine Schlüsseldisziplin im modereren Holzbau. In: Tagungsband 2. Klagenfurter Holzbau Fachtagung – 2.KlaHFT'16. S. A-9 ff

²⁰³ weiterentwickelt aus SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 37

- Der Bauherr, welcher als Auftraggeber (AG) eines Bauvorhabens auftritt, die Bauaufgabe definiert und das Ziel in Form des Bedarfsprogrammes festlegt.
- Darauf aufbauend setzen die Planer die Idee für einen spezifischen Standort angepasst um, in dem sie die Pläne, die Kostenschätzung sowie im Falle einer konstruktiven Leistungsbeschreibung das Leistungsverzeichnis (LV) erstellen. Während der Ausführung übernehmen oftmals die Planer die örtliche Bauaufsicht (ÖBA) und treten gegenüber den ausführenden Unternehmen als weisungsbefugte Vertreter des Bauherrn auf.
- Das Unternehmen setzt das Bauwerk aufgrund der Vorgaben aus der Objekt- und Fachplanung, des LVs und den Genehmigungen um, sobald die
- Behörde(n) als Kontrollinstanz die Genehmigung erteilt hat. Unter diese Gruppe fallen auch Bürgerinitiativen, Gutachter udgl.

Dieser schlichte Zusammenhang stellt sich aufgrund der Komplexität der Bauwerke, sowie aufgrund der zahlreichen Beteiligten in den einzelnen Gruppen in vielen Fällen jedoch nicht immer einfach dar. Zahlreiche Beteiligte der jeweiligen Gruppe sind direkt oder indirekt im Planungsprozess involviert und deren Leistungen interdependent miteinander verbunden.

Dabei tritt neben dem privaten oder öffentlichen Bauherrn der zu Projektbeginn für die Umsetzung verantwortlichen Projektentwickler auf, welcher nach erfolgreicher Ideenimplementierung vom Projektmanager abgelöst wird und den Bauherrn vertritt. Er treibt dessen Planungsvorgaben sowie eine wirtschaftliche und bautechnisch korrekte Umsetzung voran. Letztlich kommt gegen Ende der Umsetzungsphase der Betreiber bzw. auch Nutzer hinzu.²⁰⁴

Auf Seiten der Planer übernimmt der Objektplaner zumeist in Form des Architekten die führende Planungsposition, da dieser für die Gesamtgestaltung verantwortlich ist. Eine je nach Ausführung und Komplexität eines Bauwerkes erforderliche Anzahl an Fachplanern ergänzen die Objektplanung mit Informationen aus dem Bereich der Statik und Konstruktion (Tragwerksplanung), der Bauphysik, des Brandschutzes, der technischen Gebäudeausrüstung, der Landschaftsplanung, sowie weiteren Disziplinen.²⁰⁵

²⁰⁴ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 37 ff

²⁰⁵ Vgl. LECHNER, H.: Modelle, Strukturen, Phasen (LPH) – Integrierte Planeraussage (IPLA) – Entscheidungen, Änderungen (ÄEV) – Planen und Bauen im Bestand (PBiB). In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 8 ff

Die Beteiligten auf Seite der Ausführung sind das bzw. die ausführenden Bauunternehmen, wobei die gewerkeweise Aufsplittung gemäß der Objekt- und Fachplanung bzw. Professionisten durchaus üblich ist. Die Produkthersteller und Lieferanten agieren als Zulieferer für die Ausführenden. Die vertragliche Konstellation sowie die zugehörigen Unternehmenseinsatzformen werden in Kap. 2.5.2 erläutert.²⁰⁶

Als vierte Gruppe treten die Behörden auf, welche für die Genehmigung sowie die regulativen Randbedingungen zuständig sind, wobei sie durch (Fach-)Gutachter, sonstige Behördenvertreter udgl. ergänzt wird.²⁰⁷

Diese Beteiligten können in unterschiedlichen Modellen organisiert sein und miteinander kooperieren. Das jeweilige Modell zeigt dabei die verschiedenen Rollen und Verantwortlichkeiten in ihrer Zusammenarbeit, wobei projektspezifisch Anpassungen vorgenommen werden können. Kooperationsmodelle können einerseits ausschließlich zwischen Planungs-beteiligten, andererseits aber auch zwischen Planungs- und Ausführungsbeteiligten entstehen.

Die nachfolgende Darstellung (Bild 2.19) gibt einen Überblick über die Kooperationsmodelle unter Planern und bildet unterschiedliche Vergabestrategien ab.

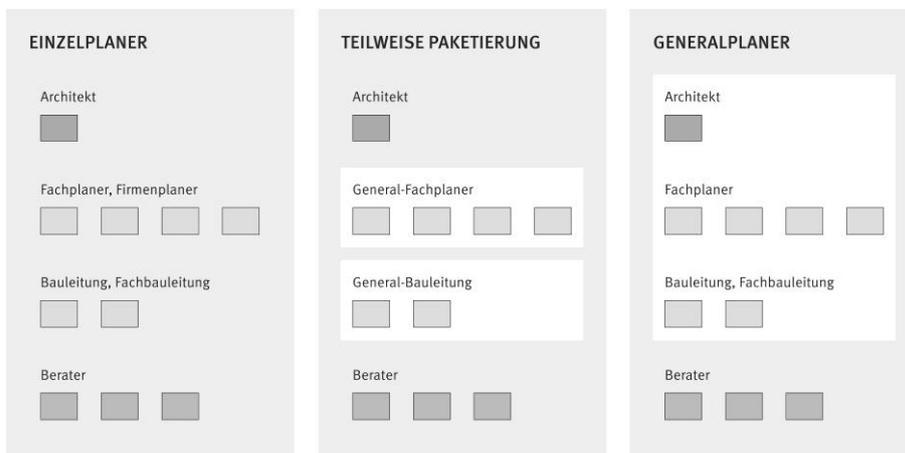


Bild 2.19 Kooperationsmodelle und Vergabestrategien zwischen Planern ²⁰⁸

Dem Kooperationsmodell von Planungsbeteiligten in Form von Einzelplanern steht eine paketweise Vergabe der Planungsleistung mit einer teilweisen Zusammenlegung der Planer, sowie eine gänzlich an einen Generalplaner vergebene Planungsleistung, der wiederum Einzelpakete

²⁰⁶ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 40

²⁰⁷ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 37

²⁰⁸ SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 39

vergift, gegenüber. Letzten Endes stellt sich die Frage der Anzahl an Schnittstellen hin zum Bauherrn bzw. dessen bevollmächtigten Vertreter mitsamt den Verantwortlichkeiten, welche die Entscheidungsbasis für die unterschiedlichen Konstellationen bilden.²⁰⁹

Die Organisationsformen, welche durch die Kooperation zwischen den Planungs- und Ausführungsbeteiligten entstehen, entsprechen im Wesentlichen auch den unterschiedlichen Unternehmenseinsatzformen, wobei an dieser Stelle alle am Planungsprozess Beteiligten im Fokus stehen.

Die nachfolgende Darstellung (Bild 2.20) zeigt die Möglichkeiten der Vergabekonstrukte einer Planungsleistung bzw. Ausführung sowie der vertraglichen Bündelung.

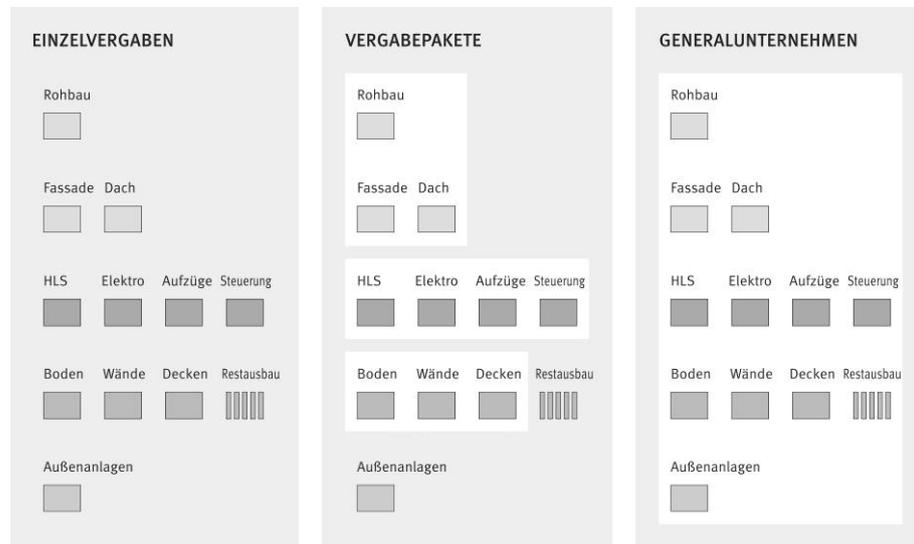


Bild 2.20 Kooperationsmodelle und Vergabestrategien zwischen Planern und Ausführenden ²¹⁰

Das gewählte Modell der Kooperation hängt ursächlich mit der Kompetenz des Bauherrn bzw. dessen bevollmächtigten Vertreter in den einzelnen auftretenden Disziplinen zusammen, wobei der jeweilige Einfluss sowie die Managementaufgaben des Bauherrn, beginnend bei der Einzelvergabe bis hin zur Vergabe an General- bzw. Totalunter- und -übernehmer, stark abnimmt. Diese unterschiedlichen Unternehmenseinsatzformen werden in Kap. 2.5.2 näher beschrieben.

2.2.4 Planungsphasen im Bauwesen

Neben den in Kap. 2.2.2 beschriebenen Planungsprozessen sind vor allem in den unterschiedlichen Projekt- und Planungsphasen die am Planungsprozess Beteiligten maßgeblich für den Erfolg- oder auch Misserfolg

²⁰⁹ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 39

²¹⁰ SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 41

eines Bauvorhabens verantwortlich. Wenn in den einzelnen Phasen die Verantwortlichkeiten und Vorgaben von allen Beteiligten eingehalten werden, kann zumindest aus organisatorisch-rechtlicher Sicht die Grundlage für ein erfolgreiches Bauprojekt gelegt werden.

Es scheint zielführend, eine Gegenüberstellung (Tabelle 2.2) der in der ÖNORM A 1801-1 definierten Planungsphasen mit den in der ÖNORM B 6241-2 angeführten Projektphasen vorzunehmen. Dies ist aufgrund des höheren Detaillierungsgrades, welcher im Zuge der modellgestützten Arbeitsweise gemäß ÖNORM B 6241-2 erforderlich wird, notwendig.

Tabelle 2.2 Vergleich der Planungsphasen gemäß ÖNORM B 1801-1 und den Projektphasen gemäß ÖNORM B 6241-2 ²¹¹

Planungsphasen ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung	Projektphasen ÖNORM A 6241-2: Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM
1. Entwicklungsphase	1. Projektidee
2. Vorbereitungsphase	2. Projektvorbereitung
3. Vorentwurfsphase	3. Studie zum Vorentwurf oder Wettbewerb
	4. Vorentwurf – koordiniertes, vorabgestimmtes BIM-Modell
4. Entwurfsphase	5. Entwurf – koordiniertes, abgestimmtes BIM-Modell
	6. Einreichplanung
	7. Ausführungsplanung, „Führungsplanung“
	8. Ausführungs- und Detailplanung
	9. Kostenermittlungsgrundlagen
	10. Ausschreibung
	11. Kostenermittlung/Ablaufplanung
5. Ausführungsphase	12. Bauvorbereitung
	13. Baudurchführung
6. Abschlussphase	14. Bauübergabe
	15. Nutzung, CAFM ²¹²
	16. Adaptierungen und Umbauten
	17. Abbruchplanung

Im Vergleich dazu geben auch die LM.VM.2014 eine Gliederung einerseits für den Auftraggeber in fünf Projektphasen und andererseits für die unterschiedlichen Planer in neun Leistungsphasen vor. Diese Gliederung soll

²¹¹ weiterentwickelt aus: ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 14

²¹² Das Akronym CAFM steht für Computer Aided Facility Management und beschreibt die Unterstützung des Facility Managements durch den Einsatz spezieller Software.

Transparenz in die Planungsabläufe bei einem Bauvorhaben bringen und auch unterstützend im Zuge eines Vergleiches unterschiedlicher Angebote für Planungsleistungen wirken.²¹³ Die Gliederung im Zeitstrukturmodell einer Projektabwicklung kennt gemäß Tabelle 2.3 fünf Leistungs- bzw. Projektphasen auf Seite des Auftraggebers.

Tabelle 2.3 Projektphasen des Auftraggebers gemäß LM.VM.2014 ²¹⁴

Projektphasen des Auftraggebers	
Projektphase 1	Projektvorbereitung
Projektphase 2	Planung
Projektphase 3	Ausführungsvorbereitung
Projektphase 4	Ausführung
Projektphase 5	Projektabschluss

Die Leistungsphasen der Planer laufen entsprechend der LM.VM.2014 parallel zu diesen allgemeinen Projektphasen. Demnach wird der Planungsprozess der Objektplanung in neun Leistungsphasen untergliedert. Die in Deutschland gültige HOAI kennt im Vergleich zu den in Österreich gültigen genannten Normen bzw. Leistungsbildern zum Thema Planung neun unterschiedliche Leistungsphasen eines Planungsprozesses im Bereich der Objektplanung. Eine Gegenüberstellung der Leistungsphasen (Tabelle 2.4) zeigt diese Leistungsphasen mit ihren länderspezifischen Bezeichnungen für Österreich und Deutschland.

Tabelle 2.4 Leistungsphasen der Objektplanung gemäß LM.VM.2014 und HOAI ²¹⁵

Leistungsphasen der Objektplanung		
	LM.VM.2014	HOAI
Leistungsphase 0	Projektvorbereitung	
Leistungsphase 1	Grundlagenanalyse	Grundlagenermittlung
Leistungsphase 2	Vorentwurf	Vorplanung
Leistungsphase 3	Entwurfsplanung (Systemplanung)	Entwurfsplanung
Leistungsphase 4	Einreichplanung	Genehmigungsplanung
Leistungsphase 5	Ausführungsplanung	Ausführungsplanung
Leistungsphase 6	Ausschreibung (LVs) und Mitwirkung bei der Vergabe	Vorbereitung der Vergabe
Leistungsphase 7	Begleitung der Bauausführung	Mitwirkung bei der Vergabe
Leistungsphase 8	Örtliche Bauausführung und Dokumentation	Objektüberwachung und Dokumentation
Leistungsphase 9	Objektbetreuung	Objektbetreuung

2.2.5 Integrale Planung und Building Information Modeling

Durch die zunehmende Digitalisierung auch im Bauwesen wird dem Thema Building Information Modeling (BIM) in jüngster Zeit eine immer größer werdende Bedeutung zuteil. Aufgrund des Umstandes, dass die Baubranche eher als traditionell einzustufen ist und demnach der Grad der Digitalisierung im Vergleich zu anderen Branchen deutlich geringer ist, was auch die nachfolgende Grafik (Bild 2.21) abbildet, sollte in den kommenden Jahren das in der Digitalisierung schlummernde Potenzial im Bauwesen verstärkt identifiziert und nutzbar gemacht werden.

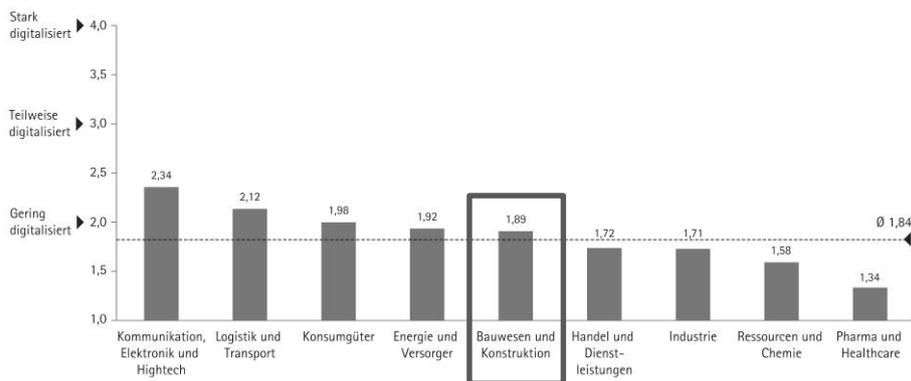


Bild 2.21 Studie zum Digitalisierungsgrad nach Branchen in AT ²¹⁶

Die zunehmend eingesetzten digitalen Werkzeuge bilden vor allem während der frühen Planungsphasen eine wesentliche Hilfsstellung, welche allerdings im Laufe der weiteren Bearbeitung durch eine immer größere werdende Gruppe an Beteiligten wenig genutzt werden. Der Datenaustausch zwischen den einzelnen Planungs- bzw. Projektphasen ist somit schleppend und fehleranfällig, wodurch stetig Projektwissen verloren geht.²¹⁷

Die im Bauwesen zunehmende zumeist auf Building Information Modeling gestützte integrale Planung weist, im Vergleich zu den linearen Planungsprozessen, wesentliche Unterschiede in Bezug auf Kosten- und Gestaltungseinflüsse auf. Durch das kooperative Verhalten der Planungs- und Ausführungsbeteiligten reduzieren sich einerseits die Informationsverluste und steigert sich andererseits damit die Qualität im Prozess. Dies wird auch im nachfolgenden Bild 2.22 deutlich.

²¹³ Vgl. LECHNER, H.: Vorwort zur Gesamtausgabe. In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 3

²¹⁴ Vgl. LECHNER, H.: Modelle, Strukturen, Phasen (LPH) – Integrierte Planeraussage (IPLA) – Entscheidungen, Änderungen (ÄEV) – Planen und Bauen im Bestand (PBiB). In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 3 ff

²¹⁵ Vgl. LECHNER, H.: Modelle, Strukturen, Phasen (LPH) – Integrierte Planeraussage (IPLA) – Entscheidungen, Änderungen (ÄEV) – Planen und Bauen im Bestand (PBiB). In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 5

²¹⁶ ACCENTURE STRATEGY: Mut, anders zu denken: Österreichs Top 100 im digitalen Wettbewerb. S. 23

²¹⁷ Vgl. BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. S. 3 ff

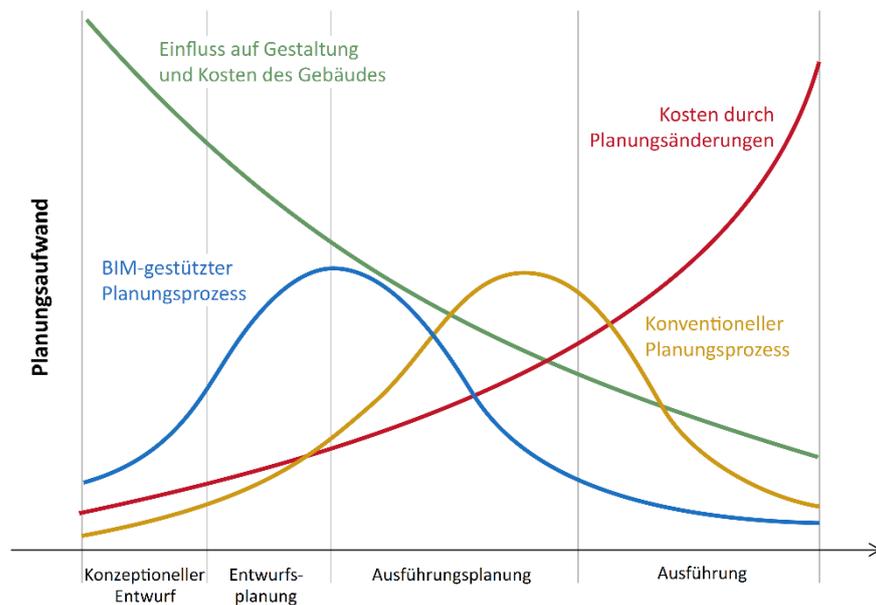


Bild 2.22 Vergleich linearer und integraler, BIM-gestützter Planungsprozess ²¹⁸

Demnach ist nach *MacLeamy* der Einfluss auf die Gestaltung sowie auch die Kosten zu Beginn der Planungsphase am größten und sinkt mit Fortschreitung selbiger. Umgekehrt verhält es sich mit den durch Planungsänderungen entstehenden Kosten, da diese zu Beginn gering und mit fortschreitender Planung stetig steigen. Ähnlich gestaltet sich auch der Aufwand für Planungsänderungen, welcher im Laufe des Planungsprozesses kontinuierlich steigt. Eine durch BIM gestützte, integrale Planung kann durch die mögliche Vorverlagerung einzelner Planungsphasen erhöhten wirtschaftlichen Nutzen mit sich bringen bzw. die Kosten für nicht zeitgerecht eingebrachte Änderungen reduzieren und im besten Fall gänzlich vermeiden.²¹⁹

Der Leitfaden für integrale Planung ²²⁰ beschreibt ein 3-Säulen-Modell, welches der Realisierung des integralen Planungsprozesses dient. Eine optimale Verknüpfung aller am Planungsprozess Beteiligten mit dem Planungsprojekt und den zugehörigen Hilfsmitteln kann durch kooperative und kollaborative Zusammenarbeit und Verknüpfung der maßgeblichen Einflussgrößen erhebliche Vorteile bringen, welches es zu nutzen gilt. Ein Teilbereich dieses integralen Prozesses wird durch Building Information Modeling bzw. Building Information Management abgedeckt.

²¹⁸ BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. S. 6

²¹⁹ Vgl. BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. S. 6

²²⁰ Vgl. KOVACIC, I.: Integrale Planung – Leitfaden für Public Policy, Planer und Bauherrn . S. 1 ff

Das Akronym BIM wird dabei einerseits für das Building Information Model verwendet, welches das Gebäudeinformationsmodell mit allen relevanten Bauinformationen umfasst. Andererseits wird unter BIM auch das Building Information Modeling verstanden, das als Methode zur Herstellung derartiger Modelle anzusehen ist. Letztlich scheint BIM auch als Building Information Management auf, was auch das Management von Gebäuden mit all den Steuerungs-, Organisations- und Kontrollmechanismen umfasst.²²¹

Die ÖNORM B 6241-2 definiert den Begriff BIM als Prozess folgendermaßen: *“Building Information Modeling Level 3 (BIM Level 3, iBIM)”* ist ein *“vollständig integraler, gemeinschaftlicher Prozess der Modellierung eines virtuellen Gebäudemodells in Übereinstimmung mit der Ausführung für die Datenpflege über den gesamten Lebenszyklus, in einem gemeinsamen zentralen Datenmodell unter Einarbeitung von Sachdaten für weiterführende Informationen, die als zusätzliche Dimensionen beschrieben werden“*²²². Diese Definition zeigt, dass unter BIM, im Vergleich zu den manchmal irrtümlich ausschließlich auf das 3D-Modell reduzierte Verständnis, vor allem die durchgängige und verlustfreie Informationsverwendung und Weitergabe im Lebenszyklus eines Gebäudes zu verstehen ist. Es umfasst somit alle Phasen vom Entwurf über die Bewirtschaftung bis hin zum Rückbau eines Bauwerks, was auch in nachfolgender Grafik (Bild 2.23) verdeutlicht wird.²²³

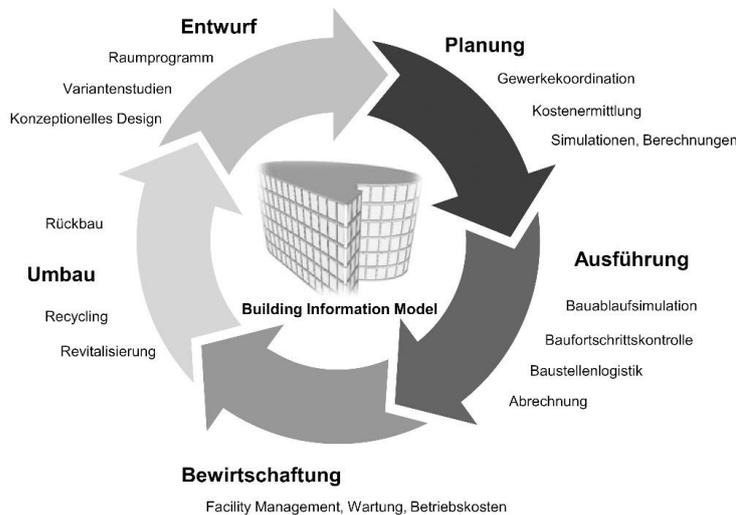


Bild 2.23 Nutzungsprinzip von BIM im Lebenszyklus eines Bauwerks²²⁴

²²¹ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 25

²²² AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 6241-2 (Ausgabe: 2015-07-01) Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM. S. 3

²²³ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 8

²²⁴ BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. S. 4

Dabei werden sämtliche Informationen vollständig in einem digitalen Gebäudeinformationsmodell gespeichert, wodurch sich die im iterativen Planungsprozess immer wiederkehrende und oftmals fehlerhafte Neueingabe während eines Planungs- bzw. Umsetzungsprozesses erübrigt. Dadurch entfällt einerseits die Fehleranfälligkeit, andererseits reduziert sich die Fehlerhäufigkeit, was sich auch in höherer Produktivität und Qualität der Arbeit ausdrückt.²²⁵

Durch die technischen Entwicklungen in den vergangenen Jahren konnten, beginnend mit der Einführung erster CAD-Systeme in den 1980er Jahren die ersten Schritte für den derzeit großen Kulturwandel der Digitalisierung gelegt werden. Bereits im Jahr 1992 tauchte der Begriff BIM im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen²²⁶ das erste Mal auf, wobei erst im Jahr 2002 das Thema Building Information Modeling erstmals durch einen Softwarehersteller verstärkt propagiert wurde. Seither konnte der grundsätzliche Paradigmenwechsel im Bauwesen stetig vorangetrieben werden, wobei die große Revolution, welche durch BIM prognostiziert wird, bisher jedoch noch nicht eingetreten ist.

Untersuchungen zur Digitalisierung im Bauwesen²²⁷ bzw. zum Status quo des Thema BIM im Bauwesen²²⁸ ergaben ein differenziertes Bild. Es zeigt sich, dass das Thema BIM zwar weitreichend bekannt ist und Bewusstsein dafür besteht. Bis dato findet es allerdings eher geringe Anwendung, und wenn dann erst in jüngster Zeit, vor allem bei größeren und komplexeren Bauaufgaben. Künftig sollen jedoch verstärkt Maßnahmen gesetzt werden, um BIM flächendeckend auch für die Masse an Bauwerken anwendbar zu machen.

Das gemeinschaftliche Arbeiten an einem zentralen Modell soll das Auseinanderrücken der Disziplinen, welches in den vergangenen Jahrzehnten stetig voranschritt, wiederum umdrehen und ein Verständnis einer gemeinschaftlichen Projektbearbeitung in einem gänzlich geänderten Arbeitsprozess forcieren.²²⁹

Die holzbauspezifischen Besonderheiten der integralen Planung und BIM werden in Kap. 4.3 ebenso erläutert wie der derzeitige Stand in der Holzbau-Branche in diesem Themenfeld.

²²⁵ Vgl. BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. S. 3

²²⁶ Vgl. VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P.: Modelling multiple views on buildings. In: Automation in Construction. S. 1 ff

²²⁷ Vgl. SCHMIDIGER, M.; KOVACIC, I.; PETZOLD, F.: Digitalisierungsbarometer 2017 – Die Immobilienbranche im digitalen Wandel. S. 1 ff

²²⁸ Vgl. FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORG.: Digitale Planungs- und Fertigungsmethoden. Ergebnisse der BIM-Studie für Planer und Ausführende. S. 1 ff

²²⁹ Vgl. EICHLER, C.: BIM-Leitfaden – Struktur und Funktion. S. 8

2.3 Ausschreibung und Kalkulation als Teil des Bauprozessmanagements

Das breite und in vielen Fällen kontrovers diskutierte Thema der Ausschreibung von Bauleistungen, sowie die darauf aufbauende Kalkulation der ausgeschriebenen Leistung prägen das Bauwesen maßgeblich. Aufgrund der sich stetig ändernden Randbedingungen für die Ausschreibung und Kalkulation werden laufend andere Grundvoraussetzungen geschaffen. Demnach ist die Ausschreibung, welche die Grundlage für eine erfolgreiche Vergabe bereitet und damit zum Vertragsabschluss führt, eine Disziplin, die hohe technische und auch rechtliche Kompetenz vom Ersteller fordert. Diese technisch-rechtliche Mischung birgt einerseits die Chance, eine auf hohem Niveau befindliche planliche Darstellung einer zu erbringenden Leistung mit all seinen zu berücksichtigenden Randbedingungen, Unwegbarkeiten und Lösungsansätzen zu ermöglichen. Andererseits besteht stets das Risiko, Leistungen, welche zum Zeitpunkt der Ausschreibung noch nicht hinlänglich bekannt sind bzw. mit zunehmendem Projektfortschritt erst erkennbar werden, dem Gegenüber auch in vollem Umfang mitzuteilen. Im selben Dilemma befindet sich auch der Bieter (AN) auf der anderen Seite, welcher im Zuge der Preisermittlung und Angebotslegung abschätzen muss, ob die Ausschreibung sowohl alle Rahmenbedingungen und Situationen umfasst als auch die tatsächlich auszuführenden Leistungen beinhaltet. Auch an dieser Stelle ist eine Abwägung zwischen Chance und Risiko auf technisch-rechtlicher Ebene vorzunehmen.^{230, 231}

Letztlich ist es der Wissensvorsprung jedes Beteiligten in Form dieser Informationsasymmetrie, die es einzuschätzen gilt. Einerseits muss ihre Größe monetär bewertet und andererseits das damit zusammenhängende Risiko kategorisiert werden. Die daraus entstehenden Problemfelder und Konfliktpotenziale, welche im Rahmen der Kalkulation in einer Entscheidungsfindung gipfeln, hängen eng mit dem Risikoverhalten der Beteiligten zusammen. Demnach ist das Thema der Risikoeinstellung der künftigen Vertragsparteien wesentlich und bereits zum Zeitpunkt der Ausschreibung existent. Aufgrund des bauwirtschaftlichen Wettbewerbs und der Notwendigkeit, Aufträge zur Ausführung einer Bauleistung zur Abdeckung laufender Kosten zu akquirieren, verändert sich das Risikoverhalten dynamisch. Diese Einschätzung des künftigen Gegenübers hat der Ersteller einer Ausschreibung in seinen Unterlagen zu berücksichtigen und dabei gleichzeitig auch sein Risiko das Unbekannte und künftig möglicherweise Auftretende betreffend abzuschätzen und einzuplanen. Der Bieter nimmt seinerseits

²³⁰ Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung – Leitfaden für die Anwendung der StLB Hichbau 019 und Haustechnik 010. S. 16 ff

²³¹ Vgl. RÖSEL, W.; BUSCH, A.: AVA-Handbuch Ausschreibung – Vergabe – Abrechnung. S. 17 ff

eine Abwägung des Erwartbaren vor, im Wissen niemals sämtliche Randbedingungen berücksichtigt zu haben. Demnach erscheint immer ein Unsicherheitsfaktor auf beiden Seiten, sowohl der Ausschreibung als auch der Kalkulation, welcher bis zur Fertigstellung eines Bauwerkes zwar geringer wird, aber bis zum Projektabschluss und teils darüber hinaus besteht. Letztlich geht es sowohl um Kenntnisse als auch Vertrauen in das Gegenüber.²³²

2.3.1 Grundlagen zu Ausschreibung und Vergabe

Die Ausschreibung bildet die Grundlage jedes Bauvertrags, wobei sie als Schnittstelle zwischen der Planungs- und Ausführungsphase, welche als Verbindung der auftraggeberseitigen Planung und der auftragnehmerseitigen Ausführung anzusehen ist. Dieser Übergang der Phasen bekommt damit eine wesentliche Bedeutung, da zu diesem Zeitpunkt die Ausschreibung, also die durchzuführende Leistung bezüglich der Qualitäts-, Kosten- und Terminziele des zu realisierenden Bauprojektes, hinlänglich festzulegen sind.²³³

Dabei ist eine Ausschreibung „eine Erklärung des Auftraggebers an eine bestimmte oder unbestimmte Zahl von Unternehmern, in der er festlegt, welche Leistung er zu welchen Bestimmungen erhalten möchte.“²³⁴ Des Weiteren wird unter Ausschreibung „auch die Bekanntmachung, Ausschreibungs-, Wettbewerbs- und Auktionsunterlagen verstanden“,²³⁵ wobei die Bekanntmachung eine „öffentliche Aufforderung an Unternehmer“²³⁶ ist „sich am Vergabeverfahren oder am Wettbewerb zu beteiligen.“²³⁷ Im Zuge einer Ausschreibung wird „die gewünschte Leistung derart beschrieben, dass die Bieter dafür ein Angebot bilden können. Hat der Auftraggeber die Leistung selber beschrieben, ist er gleichzeitig der Ausschreiber.“²³⁸ Erfolgt keine Ausschreibung, so wird dies als freihändige Vergabe bezeichnet.²³⁹

Die Kostenbeeinflussbarkeit bestimmt maßgeblich auch den Zeitpunkt der Ausschreibung bzw. vice versa. Demnach sinkt gemäß Bild 2.24 die Beeinflussbarkeit der Kosten mit dem Projektfortschritt kontinuierlich.

²³² Vgl. WERKL, M.: Risiko- und Nutzenverhalten in der Bauwirtschaft – eine entscheidungstheoretische Betrachtung im institutionenökonomischen Kontext. S. 154 ff

²³³ Vgl. GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 93

²³⁴ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 27

²³⁵ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 2050 (Ausgabe 2006-11-01) Vergabe von Aufträgen über Leistungen – Ausschreibung, Angebot, Zuschlag – Verfahrensnorm. S. 4

²³⁶ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 2050 (Ausgabe 2006-11-01) Vergabe von Aufträgen über Leistungen – Ausschreibung, Angebot, Zuschlag – Verfahrensnorm. S. 4

²³⁷ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 2050 (Ausgabe 2006-11-01) Vergabe von Aufträgen über Leistungen – Ausschreibung, Angebot, Zuschlag – Verfahrensnorm. S. 4

²³⁸ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 27

²³⁹ Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 289

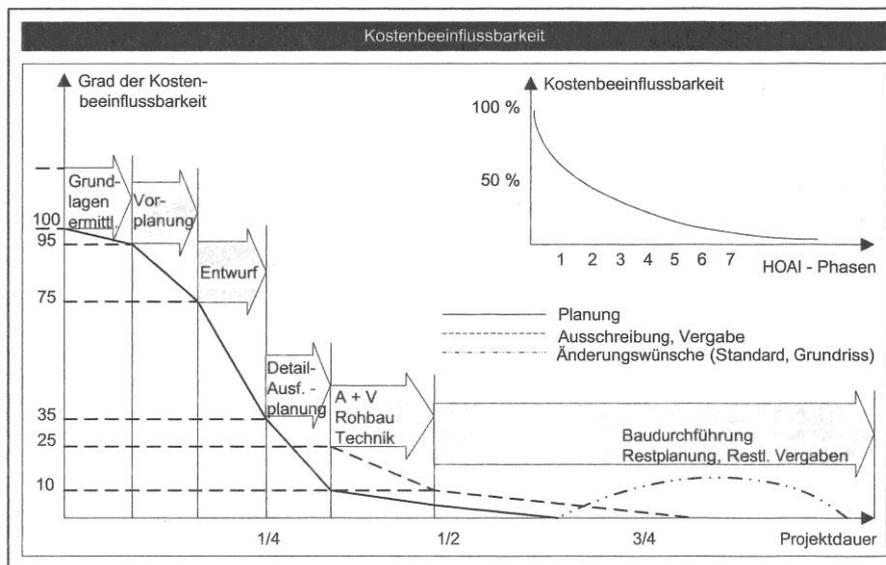


Bild 2.24 Kostenbeeinflussbarkeit über die Projektdauer nach Lunzer²⁴⁰

Zu Beginn, wenn das Wissen des künftigen zu erwartenden Ergebnisses am geringsten ist, sind auch die Kosten für Anpassungen am geringsten und die Beeinflussbarkeit somit am größten. Die rasche Abnahme dieser Beeinflussbarkeit zeigt, dass bereits nach dem Ende der (Vor-)Entwurfsplanung, lediglich noch 35 % der Kosten direkt beeinflussbar sind. Eine Ausschreibung zu diesem Zeitpunkt scheint jedoch aufgrund des zu geringen Informationsgehalts nicht zielführend. Damit zeigt sich, dass die Kostenbeeinflussbarkeit auch gemäß den Leistungsphasen der LM.VM.2014 bzw. der HOAI (Vgl. Kap. 2.2.2) regressiv ist. Der Zeitpunkt der Ausschreibung bestimmt demnach auch die Art bzw. den Umfang selbiger bzw. die dabei zugrundeliegende Planungstiefe mit dem jeweiligen Detaillierungsgrad (Bild 2.25). Dabei ist die Systematik, anhand welcher die Ausschreibung erfolgt, unterschiedlich, ebenso wie die Art der Leistungsbeschreibung (Vgl. Kap. 2.3.2) und die daraus ableitbare Art des Bauvertrages.

²⁴⁰ GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 93

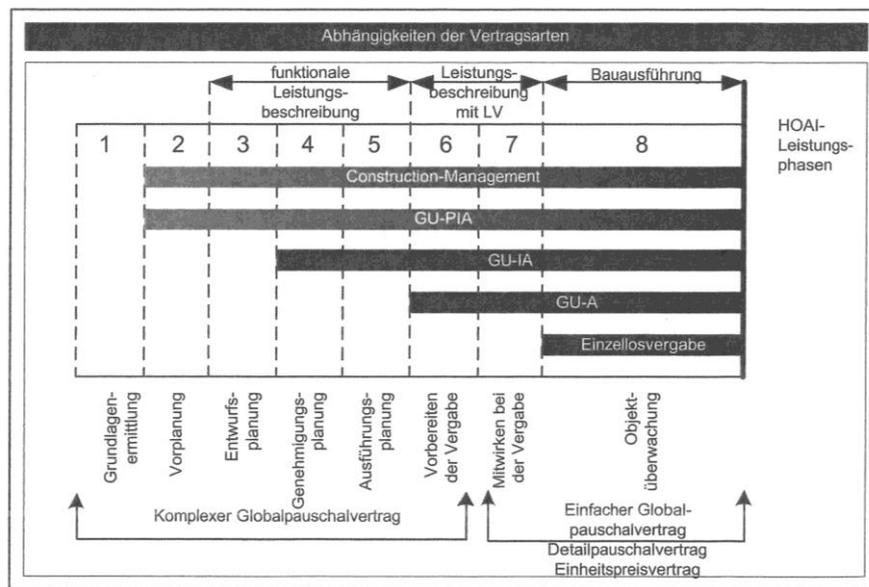


Bild 2.25 Zusammenhang Ausschreibungszeitpunkt, Leistungsbeschreibung und Vertragsart gemäß Leistungsphasen ²⁴¹

Die Grundsätze einer Ausschreibung sind unter §78 des Bundesvergabe-gesetzes (BVerG) ²⁴² zusammengefasst. Die Ausarbeitung bzw. Dar-stellung der Ausschreibungsunterlagen muss die Vergleichbarkeit von An-geboten zulassen. Die hierzu notwendige Preisbildung seitens der Bieter muss ohne die Übernahme nicht kalkulierbarer Risiken und ohne umfang-reiche Vorarbeiten möglich sein. ²⁴³

Dabei erscheint es wesentlich, dass eine Ausschreibung, welche sich aus unterschiedlichen Bestandteilen zusammensetzt, auch vollständig an die jeweiligen Bieter übergeben wird. Die Komponenten einer Ausschreibung sind einerseits die Leistungsbeschreibung (Vgl. Kap. 2.3.2), mit der Be-schreibung des Bauvorhabens in Form von Plänen, Gutachten und Be-richten sowie dem zugehörigen Leistungsverzeichnis. Andererseits be-steht eine Ausschreibung aus den allgemeinen und besonderen techni-schen Vertragsbestandteilen, den allgemeinen und besonderen rechtli-chen Vertragsbestandteilen, möglichen Bietererklärungen und allge-menen und besonderen Vergaberegeln. Grundsätzlich müssen jedoch die Bestandteile einer Ausschreibung nicht mit den Komponenten eines

²⁴¹ GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 94

²⁴² Vgl. BUNDESKANZLERAMT ÖSTERREICH: Bundesgesetz über die Vergabe von Aufträgen (Bundesvergabe-gesetz 2006 – BVerG 2006) – BGBl. I Nr. 17/2006 idGF. S. 1 ff

²⁴³ Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung – Leitfaden für die Anwendung der StLB Hichbau 019 und Haustechnik 010. S. 16

Angebotes und auch nicht mit den Elementen eines Vertrages übereinstimmen.²⁴⁴

Mit der Abgabe und Prüfung der Angebote beginnt der Vergabeprozess, welcher schlussendlich in der Vergabe der Leistung mündet. Diese kennzeichnet „sowohl die verschiedenen Arten der Vergabe, als auch das Gesamtverfahren zur Erteilung eines Bauvertrages.“²⁴⁵ Die Vergabe ist damit ein Vorgang bzw. besteht aus mehreren „[...] Vorgänge[n], die zum Abschluss eines Leistungsvertrages führen sollen.“²⁴⁶ Der Zuschlag bzw. die Zuschlagserteilung ist eine „an den Bieter abgegebene schriftliche Erklärung, sein Angebot anzunehmen.“²⁴⁷ Dabei können unterschiedliche Vergabeverfahren, abhängig von der Art des Auftrages bzw. des Auftraggebers, unterschieden werden, wobei die Verfahren für öffentliche AG im BVergG geregelt sind. Dieses ist in jedem Fall vom öffentlichen Auftraggeber, wie Bund, Länder, Gemeinden, Kommunen udgl. sowohl für Bauleistungen als auch Dienstleistungen heranzuziehen und bildet damit die Grundlage für einen fairen Wettbewerb.²⁴⁸

Grundsätzlich benennt das BVergG maßgebliche Kriterien, welche in jedem Fall einzuhalten sind. Dabei stellt vor allem das Diskriminierungsverbot, der freie und lautere Wettbewerb, die Vergabe an befugte, leistungsfähige und zuverlässige Bieter sowie der Zuschlag zu angemessenen Preisen die Kernkriterien des BVergG dar. Vor allem das Thema des lauteren Wettbewerbs mit einem ausgeglichenen Verhältnis zwischen Auftraggeber und Bieter bzw. auch zwischen den Bietern bildet in zahlreichen Projekten eine Forderung an die Beteiligten, welche oftmals zu Rechtsstreitigkeiten führen. Bieterabsprachen, wettbewerbsbeschränkende Vorgaben und bewusst forcierte Informationsasymmetrie unterbinden einen freien und lauteren Wettbewerb und sind kategorisch zu unterbinden. Des Weiteren ist die Vergabe an Unternehmen, welche in ihrer Befugnis, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit ev. nicht die in der Ausschreibung geforderten Eignungskriterien erfüllen, ebenso wettbewerbsverzerrend. Daher stellt sich immer die Frage der Angemessenheit des Preises, welcher für eine Leistung im Zuge der Vergabe veranschlagt wird, bzw. was darunter verstanden wird (Vgl. Kap. 2.3.3).

²⁴⁴ Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 27

²⁴⁵ BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 356

²⁴⁶ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 150

²⁴⁷ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 2050 (Ausgabe 2006-11-01) Vergabe von Aufträgen über Leistungen – Ausschreibung, Angebot, Zuschlag – Verfahrensnorm. S. 8

²⁴⁸ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.; MEHRL, C.: Leitfaden Ausschreibung Holzbau – neue standardisierte Leistungsbeschreibung Holzbau | Leitfaden zur LG 36 Holzbauarbeiten (Stand Februar 2017). S. 63

2.3.2 Leistungsbeschreibung im Bauwesen

Die Ausschreibung einer Bauleistung weist im Kern eine textliche Erfassung der zu erbringenden Leistungen auf. Hierbei ist eine Leistungsbeschreibung (LB) eine „*Sammlung von Vorbemerkungen und Positionen zu einem bestimmten Sachgebiet.*“²⁴⁹ Der Grundsatz der Beschreibung der Leistung liegt im Bestreben, diese Leistung möglichst umfassend, eindeutig, vollständig und neutral zu beschreiben, um dem Bieter die Möglichkeit zu geben, daraus die Leistung, aber auch die Umstände der Leistungserbringung erkennen zu können.

Dabei wird unter Eindeutigkeit jene Formulierung verstanden, welche Missverständnisse beim Gegenüber (Bieter) ausschließt. Demnach sind solche, wenn sie auf unklare Formulierungen des Ausschreibenden zurückzuführen sind, diesem anzulasten. Da sie vom Ersteller der Ausschreibung bzw. der leitenden Stelle zu verantworten sind, können sie im Falle von Rechtsstreitigkeiten, welche damit im kausalen Zusammenhang stehen, auf diesen zurückfallen.

Des Weiteren bildet das Thema der Vollständigkeit im Sinne des BVergG eine oftmals größere Hürde in der Ausschreibung. Es sind nicht nur jene Leistungen zu beschreiben, welche zur Fertigstellung einer Leistung eindeutig erforderlich werden, sondern auch sämtliche im Zuge der Leistungserbringung zu erwartenden Umstände, welche für den Bieter Bedeutung in der Preisbildung bzw. Angebotslegung erlangen.^{250, 251}

Der Begriff Neutral bezieht sich in diesem Zusammenhang auf den Umstand, dass Leistungen in einer Ausschreibung so be- bzw. umschrieben werden müssen, als dass spezielle Bieter nicht bereits zum Zeitpunkt der Ausschreibung Vorteile dadurch erlangen. Dies schließt die Nennung von Produkten und Verfahren ebenso mit ein wie Ausgrenzungen bzgl. Herkunft, Nationalität und bestimmter diskriminierender Selektionskriterien.

Eine Ausschreibung als Aufforderung an ein Unternehmen, ein Angebot zur Erbringung einer dargestellten Leistung abzugeben, kann auf unterschiedliche Art erfolgen. Die konstruktive Ausschreibung wird gemäß der Planung und Mengenermittlung des Bauherrn bzw. dessen bevollmächtigten Vertreter bzw. Planers erstellt, was sich in Form eines Leistungsverzeichnisses (LV) ausdrückt. Die eindeutige und umfassende Beschreibung zur Errichtung des Objektes gemäß den detaillierten Plänen erlaubt eine rasche Preisermittlung unter Einbezug der Sach- und Fachkennt-

²⁴⁹ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 2063 (Ausgabe: 2015-07-15) Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form. S. 5

²⁵⁰ Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung – Leitfaden für die Anwendung der StLB Hichbau 019 und Haustechnik 010. S. 18

²⁵¹ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.; MEHRL, C.: Leitfaden Ausschreibung Holzbau – neue standardisierte Leistungsbeschreibung Holzbau | Leitfaden zur LG 36 Holzbauarbeiten (Stand Februar 2017). S. 64

nisse des Bieters mit geringer Risikoüberwälzung, sowie die Vergleichbarkeit der Angebote untereinander.²⁵² Lösungsvorschläge und Varianten für einzelne Leistungselemente sind nur in Ausnahmefällen zulässig. Der eindeutige und erschöpfend beschriebene Leistungsumfang gibt dem Bieter bereits das gewünschte Ziel mit ausreichender Beschreibung, der Art und den Umfang der Leistung, die Form und die Abmessungen, die Art der Ausführung in seiner Menge und Einheit sowie ev. zusätzlicher Informationen gliedert nach unterschiedlichen Gewerken vor.^{253, 254}

Im Vergleich hierzu wird mittels funktionaler Ausschreibung, in welcher lediglich die Anforderungen an ein fertiges Objekt, nicht jedoch die exakten Massen und durchzuführenden Leistungen beschrieben werden, eine Ausschreibung ohne Leistungsverzeichnis (LV) an mögliche Bieter versandt, welche im Zuge der Ausführung zumeist auch den Bauentwurf (Leitplanung) erstellen müssen. Die Basis dieser Ausschreibung ist der Vorentwurf oder Entwurf, d.h. es wird in einer frühen Leistungsphase mit wesentlich höherer Kostenbeeinflussbarkeit ausgeschrieben. Die textliche Beschreibung der zu erbringenden Leistung umfasst die funktionellen, gestalterischen, technischen und wirtschaftlichen Grundanforderungen. Die funktionsgerechte und optimal akzeptable Lösung obliegt dem Bieter. Die Vergleichbarkeit der Angebote bzw. Nachvollziehbarkeit der Preise scheint in vielen Fällen schwierig.^{255, 256}

Oftmals wird der Begriff Leistungsbeschreibung synonym mit dem Begriff Standardisierte Leistungsbeschreibung bzw. Standardleistungsbeschreibung (StLB) verwendet. Sie ist demnach eine „*Sammlung standardisierter Texte oder Textteile für die technischen und rechtlichen Bestimmungen und Positionen zur Beschreibung einer zu erbringenden Leistung. Sie umfasst die Leistungen für ein bestimmtes Sachgebiet in seiner Gesamtheit oder in Bezug auf Teilgebiete.*“²⁵⁷ Diese Auswahl von Texten bzw. Textteilen umfasst Informationen, welche als Leistung eindeutig erkennbar und damit kalkulierbar sind. Die Vereinheitlichung für einen Fachbereich in Form der Standardisierten Leistungsbeschreibung erleichtert sowohl dem Ausschreibenden als auch dem Bieter die Preisbildung für die zu erbringende Leistung bzw. Prüfung und Vergleich selbiger gemäß den Grundsätzen der Eindeutigkeit, Vollkommenheit und Neutralität durchzuführen. Zur Vermeidung weitschweifender, ungenauer Texte sowie zum besseren und vor allem

²⁵² Vgl. LECHNER, H.: Risiko – Einfluss der Planungs- und Ausführungsqualität auf die Projektrisiken. In: Tagungsband 12. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. S. 6 ff

²⁵³ Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung – Leitfaden für die Anwendung der StLB Hichbau 019 und Haustechnik 010. S. 17

²⁵⁴ Vgl. GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 104 ff

²⁵⁵ Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung – Leitfaden für die Anwendung der StLB Hichbau 019 und Haustechnik 010. S. 17

²⁵⁶ Vgl. GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 114 ff

²⁵⁷ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 139

richtigen Verständnis unter Bachfachleuten sollte die StLB Anwendung finden.²⁵⁸

Eine (Standardisierte) Leistungsbeschreibung (LB) gliedert sich in die ständigen Vorbemerkungen, die Leistungsgruppen, Unterleistungsgruppen sowie in die die Leistung beschreibenden Positionen. Die entsprechende Unterteilung in Sachgebiete hilft den Beteiligten in der Gliederung, wobei in Österreich die LB Hochbau (Version 020 – Mai 2015)²⁵⁹, neben der LB Verkehr und Infrastruktur (LB-IV – Version 004 – Mai 2015)²⁶⁰ und der LB Haustechnik (Version 011 – April 2016)²⁶¹ in Art und Umfang den höchsten Detaillierungsgrad aufweist. Die zunehmende Bedeutung der Standardisierten Leistungsbeschreibung wird unter anderem der Tatsache geschuldet, als dass alle öffentlichen Aufträge gemäß der jeweils gültigen Fassung der StLB auszuschreiben sind, sofern die auszuschreibende Leistung darin enthalten ist. Die LB Hochbau sowie die LB Haustechnik wird seitens des *Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (bmdw)*^{262, 263} in regelmäßigen Abständen mit überarbeiteten Leistungsgruppen neu herausgegeben, womit diese Veröffentlichungen von offizieller Seite ihre Gültigkeit erlangen.

Zusätzlich hat auch der private Auftraggeber im Falle der Verwendung der StLB ein geringeres Risiko bzgl. fehler- und mangelhafter Formulierung im Leistungsverzeichnis. Die leichtere Vergleichbarkeit der Angebote sowie die bessere Kontrollmöglichkeit bei nicht frei formulierten Textpassagen bildet, neben einer kürzeren Ausschreibungszeit mit einer geringeren Anzahl an möglichen Alternativangeboten sowie einer fassbaren Kostenschätzung im Vorfeld, maßgebliche Vorteile, welche auch durch eine frühzeitige Erkennung einer möglichen Überschreitung des Kostenrahmens unterstrichen wird.^{264, 265}

Außerdem reduziert sich für den Bieter das Risiko beim Einsatz standardisierter Texte, da in Kombination mit den jeweiligen Werkvertragsnormen die Leistungsabgrenzung eindeutiger ausfällt und somit eine raschere und vor allem rechtssichere Preisbildung möglich wird. Das damit entstehende

²⁵⁸ Vgl. RÖSEL, W.; BUSCH, A.: AVA-Handbuch Ausschreibung – Vergabe – Abrechnung. S. 25

²⁵⁹ Vgl. BMWFW, B. W.: Standardisierte Leistungsbeschreibung Kennung: HB Version: 020 (Ausgabe: 30. Mai 2015) Leistungsbeschreibung Hochbau. S. 1 ff

²⁶⁰ Vgl. FSV, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung FSV-IV 004 (Ausgabe: 01. Mai 2015) Verkehr und Infrastruktur LB-IV. S. 1 ff

²⁶¹ Vgl. BMWFW, B. f.: Standardisierte Leistungsbeschreibung Kennung: HT Version: 011 (Ausgabe: 30. April 2016) Leistungsbeschreibung Haustechnik. S. 1 ff

²⁶² Vgl. <https://www.bmdw.gv.at/HistorischeBauten/HistorischeBautenBauservice/Seiten/StandardisierteLeistungsbeschreibungen.aspx>. Datum des Zugriffs: 27.April.2018

²⁶³ vormals Bundesministerium für Wirtschaft, Forschung und Wissenschaft (bmfwf)

²⁶⁴ Vgl. GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 110 ff

²⁶⁵ Vgl. PAAR, L.; HECK, D.: Alternativangebote – Innovative Ideen in der Bauleistungsvergabe. In: bauaktuell, Nr. 6/4. Jahrgang/November 2013. S. 211 ff

Vertragsrisiko gestaltet sich dabei ausgewogen. Die Vergleichbarkeit einzelner Baustellen untereinander, bei welchen gleiche oder ähnliche Leistungen auftreten, fördert für den Bieter auch die Möglichkeit der Nachkalkulation und stellt eine Zeit- und damit Kosteneinsparung anhand der Verwendung von im Vorhinein aufgesetzten Standardkalkulationen dar.²⁶⁶

Unabhängig davon, ob vorgefertigte (standardisierte) oder frei formulierte Texte die Basis einer Leistungsbeschreibung sind, sollte der Grundsatz der Fairness und Lauterkeit im Zuge der Ausschreibung im Vordergrund stehen. In vielen Fällen liegt bereits in der Ausschreibung eine Präferenz des Erstellers für ein bestimmtes Produkt bzw. einen Bieter vor, welcher aufgrund seines Informationsvorsprunges oder einer Bevorzugung im Verfahren den Zuschlag erhält. Diese Sittenwidrigkeit entspricht nicht den Rechtsgrundsätzen gemäß der gesetzlichen und normativen Vorgaben, welche in einem Ausschreibungsprozess an oberster Stelle stehen sollten. Dennoch zeigt sich, dass die Qualität-, Termin- und Kostentreue als Kern der Bauaufgabe immer die führende Rolle einnehmen sollte, um in kooperativer Abwicklung das Bauvorhaben gemeinsam erfolgreich zu gestalten.

2.3.3 Grundlagen und Aufbau der Baukalkulation

Aufbauend auf eine Ausschreibung mit all ihren Elementen erfolgt seitens der Bieter die Preisermittlung für die ausgeschriebenen Leistungen. Dieses auch als Kalkulation²⁶⁷, Baukalkulation²⁶⁸ oder Bauauftragsrechnung²⁶⁹ bezeichnete Verfahren zur Ermittlung der Kosten bzw. Preise für Bauleistungen erfolgt in Österreich gemäß der Verfahrensnorm ÖNORM B 2061²⁷⁰. Grundsätzlich ist es Aufgabe der Kalkulation, eine Kostenermittlung vor, während und nach der Leistungserbringung durchzuführen, wobei die beiden letzteren in der Praxis häufig vernachlässigt werden. Vor allem kleine und mittlere Bauunternehmen setzen sich mit einer umfassenden Baukalkulation nicht oder lediglich wenig auseinander und tragen im Zuge einer Ausschreibung in die Leistungsverzeichnisse lediglich Preise aus der Erfahrung heraus ein, ohne weitere Untermauerung durch die Vorkalkulation. Vergleichsweise neigen vor allem größere Bauunternehmen dazu, ihre Kalkulation auf das Einholen von Angeboten von Nachunternehmern zu beschränken, was sich auf den immer geringer werdenden Eigenleistungsanteil zurückführen lässt.²⁷¹

²⁶⁶ Vgl. GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 110 ff

²⁶⁷ Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 1733

²⁶⁸ Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 36

²⁶⁹ Vgl. BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 205

²⁷⁰ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2061 (Ausgabe: 1999-09-01) Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. S. 1 ff

²⁷¹ Vgl. ZILCH, K. et al.: Bauwirtschaft und Baubetrieb. S. 479

Der Begriff Kalkulation stellt einen „Art der rechnungsbezogenen Zusammensetzung von Kosteninformationen“²⁷² dar. Demnach ist die Kalkulation gleichzusetzen mit dem Begriff der Kostenträgerstückrechnung in der stationären Industrie. Sie hat zum Ziel, die entstehenden bzw. erwartbaren Kosten einzelner Elemente, welche als Kostenträger bezeichnet werden, zu erfassen. Zur Preisfindung werden kostenträgereinheitenbezogenen Kosteninformationen benötigt.²⁷³ Als Teilgebiet der Kosten- und Leistungsrechnung stellt die Kalkulation das grundsätzlichste Element in der Preisfeststellung vor der Leistungserbringung dar oder aber auch nach der Leistungserbringung, indem eine Überprüfung und Vergleich der vorab abgeschätzten Kosten mit den tatsächlich angefallenen Kosten vorgenommen wird.

Im Zentrum der Kalkulation steht die Ermittlung der Preise, welche auskömmlich und angemessen sein sollten. Angemessenheit bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der „angemessene Preis für eine (Bau-)Leistung auf jene ausgewiesenen und nachvollziehbaren Kosten, welche eine wirtschaftliche rechtfertigende Bewertung aller sachlich dafür erforderlichen Ressourcen ermöglicht“²⁷⁴ ermittelt wird, d.h. ein „angemessener Preis für Bauleistungen ist einer, der sich innerhalb einer Bandbreite der Kostendeckung bewegt.“²⁷⁵ Es ist damit der wirtschaftlich gerechtfertigte Werteinsatz zur Leistungserstellung.

Ob und inwieweit ein Preis für eine Leistung angemessen ist oder nicht, wird im Zuge einer (vertieften) Angebotsprüfung festgestellt, wobei diese unter Berücksichtigung aller Umstände, welche die Leistungserbringung beeinflussen, erfolgt.²⁷⁶ Des Weiteren umfasst die Angebotsprüfung die Feststellung der Einhaltung der Vergabegrundsätze sowie die Eignungsprüfung der Bieter, die rechnerische Überprüfung des Angebots sowie die Prüfung der Formvorgaben und Vollständigkeit.²⁷⁷ Diese Angebotsprüfung kann im Sinne des BVerG auch vertieft in Form einer Überprüfung der Kalkulation und der zugrunde liegenden Annahmen erfolgen.²⁷⁸

²⁷² GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 1732

²⁷³ Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 1732

²⁷⁴ STADLER, G.: zur Bedeutung des Passus ON B 2061, 5.1 für Kalkulation und Preisprüfung. S. 1

²⁷⁵ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 121

²⁷⁶ Vgl. HECK, D.; NÖSTLHALLER, R.: Die Beschränkung der Kalkulationsfreiheit durch das Bundesvergabegesetz. In: Tagungsband 13. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Preisermittlung und Vergabe in der Bauwirtschaft | Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und baurechtliche Aspekte. S. 97 ff

²⁷⁷ Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 17

²⁷⁸ Vgl. PALLITSCH, P.: BVerG 2006 – Textausgabe mit Materialien und Anmerkungen zu den Novellen. S. 781

Die im Bauwesen übliche Zuschlagskalkulation, die auch als Verfahren der Vollkostenrechnung zu verstehen ist und oftmals als Umlagekalkulation²⁷⁹ bezeichnet wird, ordnet den „Kostenträgern die für sie in der Kostenartenrechnung gesondert erfassten Einzelkosten zu.“²⁸⁰ Danach werden „anteilige Gemeinkosten prozentual auf Basis von Einzelkosten „zugeschlagen“ [...]“²⁸¹, welche sich in Form des Zuschlagssatzes ausdrücken.²⁸² Damit lassen sich die Einzelkosten den Kostenträgern direkt zuordnen, welche für mehrere Leistungen anfallende Gemeinkosten über den Zuschlagssatz berücksichtigen.^{283, 284}

Die in Österreich seit dem Jahr 1947 gültige und bereits mehrfach überarbeitete ÖNORM B 2061 gibt das Schema der Zuschlagskalkulation für die Preisermittlung vor. Die als Teil der Norm enthaltenen Kalkulationsformblätter und in früheren Versionen (Ausgabe 1987) der ÖNORM B 2061 angeführten Hilfsblätter, welche nach wie vor Verwendung finden, geben das Prinzip sowie den Ablauf der Kalkulation eindeutig vor. Diese einheitliche Vorgehensweise einer österreichischen Norm ist in anderen Ländern in ähnlicher Form nicht bekannt, bildet jedoch die Basis für die Ermittlung der Kosten aller ausgeschriebenen Leistungspositionen und ermöglicht somit auch die Vergleichbarkeit der Angebote untereinander.²⁸⁵

Die Durchführung einer Zuschlagskalkulation bedarf grundsätzlicher Information und Eingangsparameter betreffend des zu kalkulierenden Bauvorhabens, welche durch Annahmen der Kalkulanten ergänzt und durch Vorgaben der Unternehmensleitung komplettiert werden. Diese Eingangsparameter beziehen sich einerseits auf das gewählte Bauverfahren, die Zusammensetzung der Mannschaft, die Baustoffwahl, das zugrunde liegende Arbeitszeitmodell, sowie auf die notwendigen Kalkulationsansätze. Hieraus werden die Kosten für Löhne, Materialien, Geräte und auch Fremdleistungen ermittelt.^{286, 287, 288}

²⁷⁹ Vgl. BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 391

²⁸⁰ GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 3709

²⁸¹ GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 3709

²⁸² Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 3709

²⁸³ Vgl. KROPIK, A.: Baukalkulation und Kostenrechnung. S. 87

²⁸⁴ Vgl. LANG, C.: Voraussetzungen und Systematik für eine sachgerechte Kalkulation. In: Tagungsband 16. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. S. 50 ff

²⁸⁵ Vgl. KOHLBACH, D. et al.: Grundlagen und Systematik der Standardkalkulation im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 69

²⁸⁶ Vgl. LANG, C.: Elemente einer sachgerechten Kalkulation. In: Tagungsband 13. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Preisermittlung und Vergabe in der Bauwirtschaft | Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und baurechtliche Aspekte. S. 8 ff

²⁸⁷ Vgl. MÜLLER, K.: Sorgfaltspflicht des Kalkulanten bei Vorliegen einer vom Auftraggeber erstellten Leistungsbeschreibung. In: bauaktuell, Nr. 5/1. Jahrgang/September 2010. S. 204 ff

²⁸⁸ Vgl. OBERNDORFER, W.: Ein Beitrag zu den Grundlagen der Baupreisbildung. In: bauaktuell, Nr. 5/1. Jahrgang/September 2010. S. 193

Diesbezüglich treten die Begriffe Aufwandswert, Leistungswert und (Arbeits-)Produktivität in den Vordergrund, da diese Parameter Eingangswerte in der Positions- bzw. Detailkalkulation jeder einzelnen Leistung bilden.

Dabei ist der Aufwandswert $AW_{a,v,i}$ [Std/MEH], welcher auch als Stundenansatz ²⁸⁹ bezeichnet wird, als Quotient des Arbeitsaufwandes der Summe aller Lohnstunden $\Sigma L_{a,v,i}$ [Std] zur herzustellenden (Produktions-)Menge $M_{a,v,i}$ [MEH] zu verstehen.²⁹⁰

$$AW_{a,v,i} = \frac{\Sigma L_{a,v,i}}{M_{a,v,i}} = \frac{\text{Arbeitsaufwand (in Lohnstunden Std)}}{\text{Menge (in gewählter Zeiteinheit)}} = \frac{\text{Input}}{\text{Output}}$$

wobei gilt $Std = AK * h$

AK Arbeitskraft, h Zeitstunde, Std Lohnstunde

a ... Ablaufstufe, v ... Vorgang, i ... Bauteil

Dieser Zahlenwert gibt somit an, welcher Aufwand an Arbeitsstunden (Lohnstunden) erforderlich ist, um eine bestimmte Menge innerhalb eines festgelegten Zeitabschnittes herzustellen. Der Aufwandswert wird hauptsächlich in Zusammenhang mit lohnintensiven Tätigkeiten, d.h. vorwiegend manuellen Arbeiten verwendet, und deshalb auch als Lohnkosten je Arbeitsstunde bezeichnet.²⁹¹

Im Vergleich zum Aufwandswert wird im Allgemeinen mit dem Leistungswert L bzw. auch LW jenes Ergebnis verstanden, welches eine hergestellte Menge pro einer bestimmten Zeiteinheit darstellt. Demnach ist der Leistungswert $L_{a,v,i}$ [MEH/ZEH] das Produkt der Arbeitskraftanzahl $AK_{a,v,i}$ [Std/h] und der Arbeitszeit $AZ_{a,v,i}$ [h/ZEH] dividiert durch den spezifischen Aufwandswert $AW_{a,v,i}$ [Std/MEH] für einen festgelegten Bereich.²⁹²

$$L_{a,v,i} = \frac{AK_{a,v,i} * AZ_{a,v,i}}{AW_{a,v,i}} = \frac{\text{Menge (in gewählter Einheit)}}{\text{Zeitaufwand (in Zeitstunde h, Tage, ...)}}$$

wobei gilt AK Arbeitskraft, AZ Arbeitszeit, AW Aufwandswert

Der Leistungswert gibt somit an, welche (Produktions-)Menge in einer definierten Zeiteinheit erzeugt wird. Der Leistungswert wird grundsätzlich

²⁸⁹ Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 25

²⁹⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 47

²⁹¹ Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. S. 167

²⁹² Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 45

eher in Zusammenhang mit maschinenintensiven Tätigkeiten, d.h. vorwiegend maschinellen Tätigkeiten mit großen Gerätschaften in Verbindung gebracht.

Den Zusammenhang schließt das Thema der (Arbeits-)Produktivität ab, welche sich durch den Output bezogen auf den erforderlichen Input charakterisiert. Die Arbeitsproduktivität $P_{a,v,i}$ [MEH/Std] wird somit durch den Reziprokwert des Aufwandswertes $AW_{a,v,i}$ [Std/MEH] angegeben, d.h. durch die Menge, welche hergestellt wird und wofür Arbeitsaufwand erforderlich ist. Es zeigt sich, dass die Leistung damit direkt vom Einsatz abhängt.²⁹³

$$P_{a,v,i} = \frac{1}{AW_{a,v,i}} = \frac{\text{Menge (in gewählter Zeiteinheit)}}{\text{Arbeitsaufwand (in Lohnstunden Std)}} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

wobei gilt AW Aufwandswert

Mithilfe dieser grundsätzlichen baukalkulatorisch wesentlichen Einflussgrößen werden gemäß dem nachfolgenden Schema der Zuschlagskalkulation (Bild 2.26) die Kosten für die Erstellung einer (ausgeschriebenen) Leistung ermittelt.

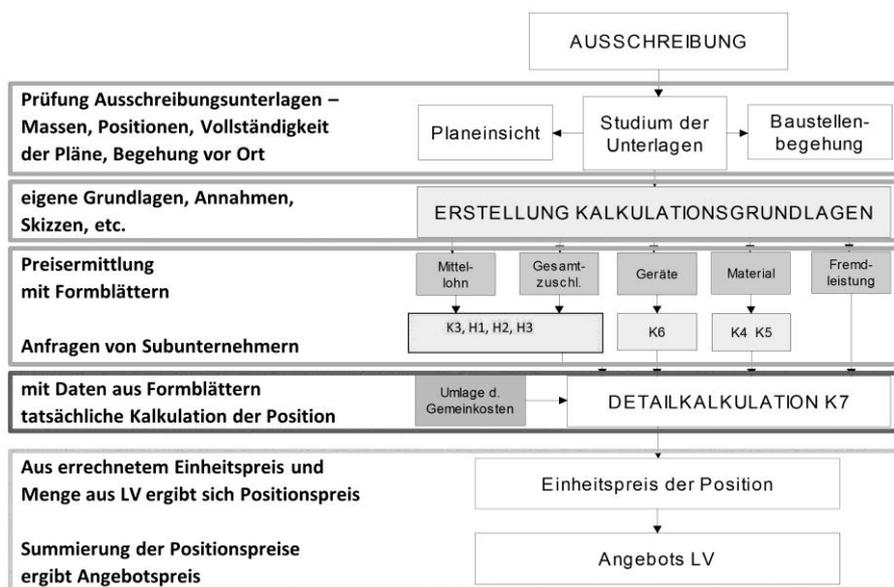


Bild 2.26 Schema der Zuschlagskalkulation ²⁹⁴

²⁹³ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 30

²⁹⁴ KOHLBACH, D. et al.: Grundlagen und Systematik der Standardkalkulation im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 70

Ausgehend von sämtlichen der Ausschreibung beigefügten Unterlagen wird eine Prüfung selbiger auf Vollständigkeit in den Massen, Plänen udgl. vorgenommen, eine Begehung vor Ort durchgeführt und darauf aufbauend eigene Annahmen und Grundlagen für die Kalkulation sowie Skizzen erstellt. Durch die Preisermittlung gemäß den vorgegebenen Kalkulationsformblättern und Hilfsblättern, sowie den Anfragen bei Subunternehmern und Lieferanten kann die Detailkalkulation in den K7-Blättern für jede einzelne ausgeschriebene Leistung unter Hinzurechnung des Gesamtzuschlages erfolgen und durch Summierung aller Positionspreise der Angebotspreis ermittelt werden.

Durch die Hinzurechnung des Gesamtzuschlages, welcher sich aus den Bauzinsen, dem Wagnis, den Geschäftsgemeinkosten und dem Gewinn zusammensetzt,²⁹⁵ ergibt sich der Positionspreis für eine Leistung.

Dabei sind die Bauzinsen als Kapitalkosten anzusehen, welche dem sowohl finanziell als auch organisatorisch in Vorleistung tretenden Auftragnehmer für die Durchführung eines Bauauftrages entstehen.²⁹⁶

Das Wagnis wird gemäß ÖNORM B 2061 für die Gefahr eines Verlustes oder einer Fehlentscheidung verstanden,²⁹⁷ wobei es einerseits das wirtschaftliche Wagnis, das kalkulatorische Wagnis, unternehmensbezogene Wagnis sowie vertraglich verbundene Wagnisse und Gewährleistungswagnisse umfassen kann.²⁹⁸ Demnach sind in einem während der Preisbildung angesetzten Risikoidentifikationsprozess die technischen, kaufmännischen, vertraglichen und organisatorischen Risiken genauestens abzuwägen und finanziell (prozentuell) zu bewerten.²⁹⁹ Das Wagnis stellt dabei keine Kosten, sondern einen Preisbestandteil dar.³⁰⁰

Die Geschäftsgemeinkosten (GGK)³⁰¹, oder auch allgemeinen Geschäftskosten (AGK)³⁰² werden durch die Summe all jener indirekten Kosten bestimmt, welche nicht direkt einzelnen Leistungen zugeordnet werden können. Demnach gehören hierzu die Verwaltungs- und Vertriebsgemeinkosten ebenso wie die Materialgemeinkosten, die Gerätegemeinkosten, sowie je nach Anwendung des Kalkulationskonzeptes gemäß der

²⁹⁵ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2061 (Ausgabe: 1999-09-01) Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. S. 12

²⁹⁶ Vgl. KROPIK, A.: Baukalkulation und Kostenrechnung. S. 259

²⁹⁷ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2061 (Ausgabe: 1999-09-01) Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. S. 7, 11

²⁹⁸ Vgl. ZILCH, K. et al.: Bauwirtschaft und Baubetrieb. S. 478

²⁹⁹ Vgl. KROPIK, A.: Baukalkulation und Kostenrechnung. S. 267-276

³⁰⁰ Vgl. GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 173

³⁰¹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2061 (Ausgabe: 1999-09-01) Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. S. 11

³⁰² Vgl. GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 172

ÖNORM B 2061 auch die Lohn- und Gehaltsgemeinkosten.³⁰³ Die Aufrechterhaltung des laufenden Betriebes wird mittels dieser Kosten abgedeckt, wobei die Abgrenzung zwischen Baustellengemeinkosten und Geschäftsgemeinkosten oftmals schwierig scheint.^{304, 305}

Der letzte und wesentlichste Grund, warum ein Unternehmer im Sinne eines Kaufmanns mit Gewinnerzielungsabsicht handelt, ist der Gewinn. Das Hauptziel einer Gewinnmaximierung bestimmt demnach die Akquisitionsstrategie und andererseits die Preisgestaltung. Ein Zielkonflikt scheint auch insofern gegeben, als dass die Abdeckung eines unternehmerischen Wagnisses sich ebenso im Gewinn bzw. Verlust eines Unternehmens widerspiegelt.³⁰⁶ Ungedeckte Wagnisse sind mit dem Gewinn zu kompensieren, wie bspw. der langfristige Fortbestand sowie das Wachstum und die Innovationskraft des Unternehmens. Der Gewinn ist daher keine Kostengröße, sondern ein angemessenes Entgelt für die Unternehmensleistung an sich.³⁰⁷

Die Baukalkulation bildet die Grundlage jedes Angebotes, welche auch über den Erfolg oder Misserfolg eines Bauvorhabens in Form einer primären Produktionsstätte, sowie auch in Summe aller Einzelbaustellen über den gesamten Unternehmenserfolg entscheidet.³⁰⁸ Demnach sollte sie zur Vermeidung eines überhöhten Risikos bzw. zur Reduktion des Wagnisses und zur Umgehung eines Ausschließungsgrundes im Zuge einer Angebotsprüfung durch den AG eine möglichst exakt durchgeführte, nachvollziehbare, gut dokumentierte, rechnerisch richtige und vollständige Abbildung der firmeninternen Preisermittlung für eine Leistung darstellen. Lediglich in diesem Fall ist ein langfristiger Betriebserfolg mit großer Wirtschaftlichkeit erreichbar.^{309, 310}

Die spezifischen Besonderheiten der Ausschreibung und Kalkulation den Holzbau betreffend werden in Kap. 4.4 näher erläutert.

³⁰³ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2061 (Ausgabe: 1999-09-01) Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. S. 11

³⁰⁴ Vgl. HECK, D.: Grundsätzliches zu den Geschäftsgemeinkosten. In: Tagungsband 9.Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar. S. 16

³⁰⁵ Vgl. KROPIK, A.: Baukalkulation und Kostenrechnung. S. 149, 154, 318

³⁰⁶ Vgl. KROPIK, A.: Baukalkulation und Kostenrechnung. S. 137, 267

³⁰⁷ Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. S. 245

³⁰⁸ Vgl. KOHLBACH, D. et al.: Grundlagen und Systematik der Standardkalkulation im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 72

³⁰⁹ Vgl. WOLKERSTOFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 13 ff

³¹⁰ Vgl. ZILCH, K. et al.: Bauwirtschaft und Baubetrieb. S. 479

2.4 Baubetrieb und Ausführung als Teil des Bauprozessmanagements

„Effiziente Planung des Bauablaufs und der Logistik trägt maßgeblich zum Gelingen des Bauvorhabens bei und bringt Einsparungen bei Kosten und Bauzeit und somit auch Wettbewerbsvorteile. Umgekehrt bleibt bei unzureichenden Vorbereitungen der Bauarbeiten auch Einsparungspotential ungenutzt und damit gehen erzielbare Kostenvorteile verloren.“³¹¹

Dieser Aussage folgend ist es notwendig, im Zuge eines Bauvorhabens bzw. dessen Abwicklung dem Thema der Bauvorbereitung und Baudurchführung verstärkte Aufmerksamkeit zukommen zu lassen. Die Vorbereitung der Ausführung, also die Planung des Bauablaufes, ist neben der Baulogistik ein wesentlicher Bestandteil für eine ordnungsgemäße Umsetzung der Bauaufgabe, welche seitens des Auftraggebers durch die Prämissen Zeit, Kosten und Qualität definiert werden. Dabei erscheint es konsequent, vor allem in der Vorbereitung der Ausführung, das zu Erwartende detailliert zu betrachten und Systeme und Werkzeuge an diese anzupassen.

Aufgrund der Umstände, dass sich die Vorwegnahme des zielorientierten Handelns in der Planung projektspezifisch unterschiedlich gestaltet, steht der Bauschaffende immer wieder vor der Herausforderung der Realisierung. Dabei besteht die Schwierigkeit, das von anderen initiierte und wiederum von weiteren Personenkreisen geplante Konzept einer Ideenumsetzung, aufgrund einer zuvor durchgeführten Kalkulation nach Zuschlag in Angriff zu nehmen. Demnach erscheint es aufgrund der darin integrierten zeitlichen Komponente und der oftmals über einen längeren Zeitraum involvierten unterschiedlichen Personenkreise eines Unternehmens äußerst schwierig, das ursprünglich angedachte Konzept, welches während der Kalkulationsphase entwickelt wurde, auch tatsächlich in die Realität umzusetzen. Hierfür umfasst der Baubetrieb sämtliche Maßnahmen und Werkzeuge, welche unterstützend in dieser Vorbereitungs- und Umsetzungsphase notwendig werden. Letztlich stellt sich die Frage, wie die in einer Planung gedachten Systeme und Komponenten umgesetzt werden und durch welche Maßnahmen und Mittel sie von einem virtuellen Ordnungsprinzip in eine reale Wirklichkeit umgewandelt werden können. Dieser Frage widmet sich der Baubetrieb.

2.4.1 Allgemeine Grundlagen zum Baubetrieb

Das Thema Baubetrieb gestaltet sich umfassend und weitläufig. Das Verständnis über die Begrifflichkeiten fällt unterschiedlich aus, da Baubetrieb einerseits in seiner Gesamtheit als „das Betreiben des Bauens“³¹² seitens

³¹¹ HOFSTADLER, C.: Verbesserungspotential in der Bauausführung durch gezielte Arbeitsvorbereitung. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 12/2007. S. 18

³¹² BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 59

der AG verstanden werden kann. Andererseits ist er als die „Planmäßige Zusammenführung der Produktionsfaktoren (menschliche Arbeitsleistung, Betriebsmittel, Werkstoffe) durch dispositive Tätigkeit (Führung, Planung, Organisation, Überwachung) zur Errichtung von Bauwerken und zugeordneten Dienstleistungen. Der BB umfasst die Baudurchführung in ihrer Gesamtheit von der planerischen Vorstellung bis zur Realisierung des Bauwerkes“³¹³ zu verstehen. Des Weiteren ist Baubetrieb auch als „örtliche, technisch und organisatorisch selbständige Einheit“³¹⁴ zu verstehen, welche Bauunternehmen und Baustellen gleichermaßen umfasst.

Zur Herstellung eines Bauwerkes sind Produktionsfaktoren erforderlich, welche einerseits aus den Elementarfaktoren und andererseits aus den dispositiven Faktoren bestehen. Der optimale Einsatz dieser Produktionsfaktoren stellt auch im Allgemeinen das Potenzial eines Unternehmens dar. Die Elementarfaktoren, welche den Baubetrieb grundsätzlich kennzeichnen und prägen, werden durch den Faktor Arbeit, den Faktor Betriebsmittel und den Faktor Stoffe gebildet. Die dispositiven Faktoren sind all jene planenden, gestaltenden und steuernden Tätigkeiten, welche erforderlich sind, um die Aktivitäten im Unternehmen zur Umsetzung eines Zieles zu organisieren (Vgl. Bild 2.27).³¹⁵

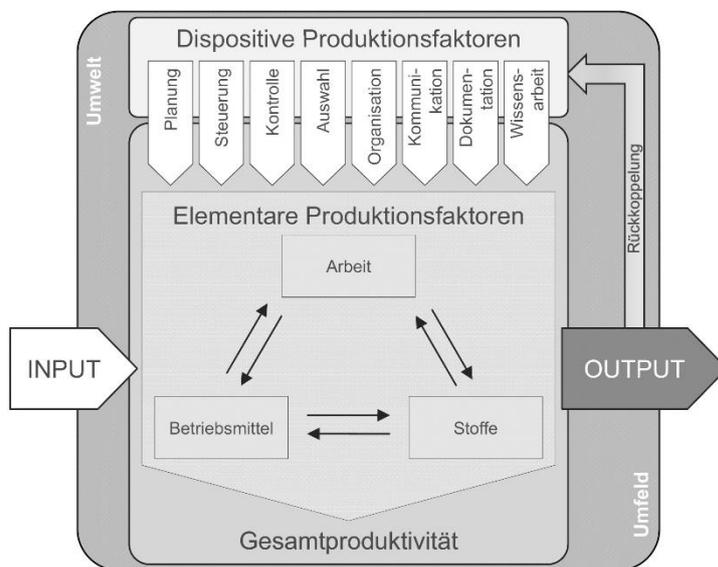


Bild 2.27 Zusammenhang der Produktionsfaktoren und Produktivität³¹⁶

Daraus lässt sich ableiten, dass sich der Baubetrieb als eine Kombination aus den Elementarfaktoren und den dispositiven Faktoren zusammen-

³¹³ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 32

³¹⁴ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 32

³¹⁵ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 523

³¹⁶ HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 15

setzt. Die Kombination der menschlichen Arbeitsleistung, welche unmittelbar mit der Leistungserstellung in Zusammenhang steht, bildet mit den Betriebsmitteln, welche für die Umsetzung der betrieblichen Leistung in Form von Einrichtungen und Anlagen gemeinsam mit Hilfs- und Betriebsstoffen sorgt, und den Bau- und Werkstoffen dabei eine Einheit. Von außen wirken die dispositiven Faktoren lenkend, kontrollierend und ordnend in das Konglomerat eines Baubetriebs mit ein.³¹⁷

Der Zusammenhang des Baubetriebs mit der zuvor erfolgten Planung lässt sich folgendermaßen demonstrieren: Bezogen auf die Projektphasen gemäß der ÖNORM B 6241-2³¹⁸ (Vgl. Kap. 2.2.4) findet sich die eigentliche Bauausführung in Phase 12 mit der Bauvorbereitung und Phase 13 mit der Baudurchführung bzw. gemäß den Planungsphasen der ÖNORM B 1801-1³¹⁹ in Phase 5 mit der Ausführungsphase. Die LM.VM.2014³²⁰ benennen die Projektphase 3 als Ausführungsvorbereitung und die Projektphase 4 als Ausführung, wohingegen in der HOAI³²¹ die Ausführung in Leistungsphase 7 und 8 angesiedelt ist. Es zeigt sich damit, dass das Thema Baubetrieb im Sinne der Vorbereitung und Umsetzung bereits in den Planungsphasen Berücksichtigung findet, da sich die Realisierung als der eigentliche Grund für die vorangehende Planung darstellt.

Eine baubetriebliche Betrachtung stellt demnach eine Aufgabe dar, welche sich mit der Untersuchung und Festlegung der Baustelleneinrichtung, der Bauablaufplanung, der Verfahrenswahl und der Logistik für ein Bauverfahren auseinandersetzt.³²² Die gewählten Verfahren und Systeme werden mit Hilfe von Einflussgrößen bestimmt. Diese werden bereits in der Planung bzw. bei Projektinitiierung durch die Idee an sich maßgebend beeinflusst. Diese Einflussgrößen bilden den Rahmen für die Entscheidungsfindung während der Bauvorbereitung und der Baudurchführung.

Das Ziel des Baubetriebs liegt darin, die technischen, wirtschaftlichen, rechtlichen und auch organisatorischen Beziehungen untereinander sowie auch mit den externen Vertragsparteien systematisch zu betrachten und während des gesamten Prozesses stetig zu optimieren. Hierfür sind Abläufe vor, während und nach der Umsetzungsphase notwendig, welche diese Aufgaben übernehmen und aktiv gestalten. Sie werden durch die

³¹⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 14

³¹⁸ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM A 6241-2 (Ausgabe: 2015-07-01) Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM. S. 1 ff

³¹⁹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 1801-1 (Ausgabe: 2015-12-01) Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objektterrichtung. S. 1 ff

³²⁰ Vgl. LECHNER, H.: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. S. 1 ff

³²¹ Vgl. BUNDESREGIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) – Kostenrecht – Bundesrechtsverordnung. S. 1 ff

³²² Vgl. HOFSTADLER, C.; FRANZL, G.: Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb. S. 10

Bereiche der Arbeitsvorbereitung, der Bauablaufplanung inkl. Logistik, sowie der Bautechnologie bzw. der Bauverfahrens- und Gerätetechnik maßgeblich geprägt. Die Prozessorganisation und das zugehörige Bauprozessmanagement sind als Teilgebiet im Feld des Baubetriebs anzusehen. Schlussendlich ist der Baubetrieb die *„Bezeichnung für die jeweiligen Teilprozesse des Bauens von der Vergabe der Bauleistung über die Arbeitsvorbereitung und Arbeitsverfahren bis zur Abrechnung.“*³²³

2.4.2 Arbeitsvorbereitung im Bauwesen

Vor Beginn der Bauausführung ist eine planmäßige Vorbereitung des Produktionsprozesses notwendig. Die gedankliche Vorwegnahme konkreter Schritte des Fertigungs- und Bauablaufes bedarf einer Vorausplanung, welche neben den Einflussgrößen aus dem Bauablauf auch eine steuernde und kontrollierende Funktion einnimmt. Diese Aufgabe wird als Arbeitsvorbereitung (AV) bezeichnet, wobei auch die Begriffe Auftragsvorbereitung³²⁴ sowie im Zuge des Industriellen Bauens (Baustellenfertigung) auch Fertigungsplanung und -steuerung bzw. Produktionsplanung und -steuerung³²⁵ Anwendung finden.

Damit ist unter Arbeitsvorbereitung die *„Produktionsprozessplanung und Produktionsprozesssteuerung (einschließlich Mengen- und Zeitkontrolle)“*³²⁶ zu verstehen. Sie ist auf das Bauwesen bezogen die *„Planung der Bauausführung im engeren Sinn mit dem Ziel eines geordneten und flüssigen Ablaufes der Baustelle unter Berücksichtigung der technisch-wirtschaftlich optimalen Lösung.“*³²⁷

Die Arbeitsvorbereitung dient der Sicherstellung, dass *„Abweichungen vom geplanten Ablauf rechtzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen ergriffen werden können.“*³²⁸ Deshalb ist der Begriff Fertigungs- und Ablauforganisation ebenso treffend.

Das Ziel der Arbeitsvorbereitung ist damit die Zurverfügungstellung von geeigneten Arbeitskräften, Geräten und Materialien in Form von Baustoffen, welche in der vertraglich geforderten und vereinbarten Qualität in hinlänglicher Menge zum richtigen Zeitpunkt an einem vorher festgelegten Ort zusammengefasst und weiter kombiniert bzw. bearbeitet werden.³²⁹

³²³ PETER, N.: Lexikon der Bautechnik. S. 28

³²⁴ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/55881/arbeitsvorbereitung-v7.html>. Datum des Zugriffs: 22.Februar.2018

³²⁵ Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 2567

³²⁶ GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 212

³²⁷ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 19

³²⁸ BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 38

³²⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 33

Es besteht somit die Absicht, dass die AV die Durchführung der Bauaufgabe unter Berücksichtigung der vorherrschenden Randbedingungen mit den geringstmöglichen Kosten zum Ziel hat.³³⁰ Daraus ergibt sich, dass die AV einen Prozess abbildet, welcher die Suche nach der technisch-wirtschaftlich optimalen Lösung ebenso beinhaltet wie die Optimierung einer wirtschaftlich günstigen Bauzeit.³³¹ Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit diese Optimierungsaufgabe richtig sein kann, da die kürzeste Bauzeit naturgemäß nicht zwangsläufig die geringsten Kosten verursacht. Deshalb steht dahinter ein iterativer Prozess der Planung und Vorbereitung der Bauaufgabe, in welchem die Planung (AV) als „Bauen im Kopf“, also eine geistige Handlung voraussichtlich eintretender Realitäten, die zentrale Rolle einnimmt. Demnach ist die AV als grundsätzlicher Prozess anhand eines Aufgabenstrukturplanes im Rahmen der Bauabwicklung zu verstehen.

Die Aufgaben der Arbeitsvorbereitung werden im herkömmlichen Verständnis in die Bereiche Beschaffung der technischen Unterlagen, Arbeitszeitermittlung, Lagervorbereitung in Form der Materialbereitstellung, Werkstattvorbereitung, Transport- und Versandvorbereitung, sowie auch in die Rechnungsvorbereitung unterteilt. Die Festlegung der Reihenfolge der Bearbeitungsvorgänge und -schritte nach Schwierigkeitsgraden kennzeichnet die AV maßgeblich.³³²

Die Arbeitsvorbereitung beginnt jedoch nicht erst zum Zeitpunkt des Zuschlages bzw. der Auftragserteilung, sondern es werden seitens des Unternehmens während der Angebotsphase und Preisermittlung bereits intensive Überlegungen zu den Abläufen und zu setzenden Schritten, sowie auch möglichen Alternativen hierzu vorgenommen. Dabei kommen die Einflüsse einerseits aus dem Vertrag und andererseits aus den Umwelt- und Rahmenbedingungen, welche durch den Bauplatz bzw. das Bauobjekt als Unikat entstehen, sowie aufgrund der Umstände der Leistungserbringung zum Tragen kommen. Der kreative Prozess während der AV sondiert darauf aufbauend sämtliche Möglichkeiten zur Realisierung des Bau-Solls³³³ und erstellt Entscheidungs- und Ausführungsunterlagen, welche es erlauben diesen vertraglich festgelegten Leistungsumfang nach den Leistungs-, Termin- und Kostenvorgaben umzusetzen.³³⁴

³³⁰ Vgl. KRAUSE, T.; ULKE, B.: Zahlentafeln für den Baubetrieb. S. 1030

³³¹ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 22-24

³³² Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 212

³³³ Unter dem Begriff Bau-Soll ist gemäß der ÖNORM B 2110 der Leistungsumfang zu verstehen. Es werden dabei alle „Leistungen des Auftragnehmers (AN), die durch den Vertrag [...] unter den daraus abzuleitenden, objektiv zu erwartenden Umständen der Leistungserbringung, festgelegt werden“ mit dem Bau-Soll beschrieben. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2110 (Ausgabe: 2013-03-15) Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm. S. 9

³³⁴ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 23

Bei prozessorientierter Betrachtung der Arbeitsvorbereitung bzw. als Teil der integralen Planung ist diese aufgrund der immer wichtiger werdenden Rolle eher als Primärprozess, welcher der Existenzsicherung eines Unternehmens dient, einzuordnen.³³⁵ Die AV ist als Teil der Logistik im Zusammenhang mit der industriellen Fertigung (Betriebswirtschaftslehre) als Supportprozess, im Rahmen des Bauprozessmanagements jedoch als Kernprozess einzustufen. Obwohl die AV oftmals auch historisch bedingt bzw. gemäß Betriebswirtschaftslehre als sekundärer Prozess in Form unterstützender Maßnahmen definiert wird, kann die Einordnung mittlerweile vor allem in Bezug auf das Thema vorgefertigter Bauteile bzw. im Kontext des Bauprozessmanagements und vorgeplanter Lösungen als primär erfolgen, was sich auch durch die begriffliche Gleichsetzung der Arbeitsvorbereitung mit jenem der Fertigungsplanung abbildet.³³⁶

Die Prozessgliederung der AV lässt sich gemäß Bild 2.28 in folgenden Primärprozessen unterteilen:



Bild 2.28 Primärprozesse der Arbeitsvorbereitung ³³⁷

Als Ergebnis der Arbeitsvorbereitung entstehen gemäß Bild 2.29 folgende Grundlagen: ³³⁸

³³⁵ Vgl. KRAUTGARTNER, M.; RIESER, A.: Arbeitsvorbereitung durch integrale Planung. In: Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. S. 170 ff

³³⁶ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 24

³³⁷ weiterentwickelt aus: DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 24

³³⁸ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 23



Bild 2.29 Ergebnisse der Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung, welche nicht nur als Kernprozess des Baubetriebs, sondern auch als organisatorische Einheit innerhalb eines Unternehmens zu verstehen ist, wird zu unterschiedlichen Zeitpunkten während der Projektphasen mit variierender Intensität betrieben (vgl. Bild 2.30).

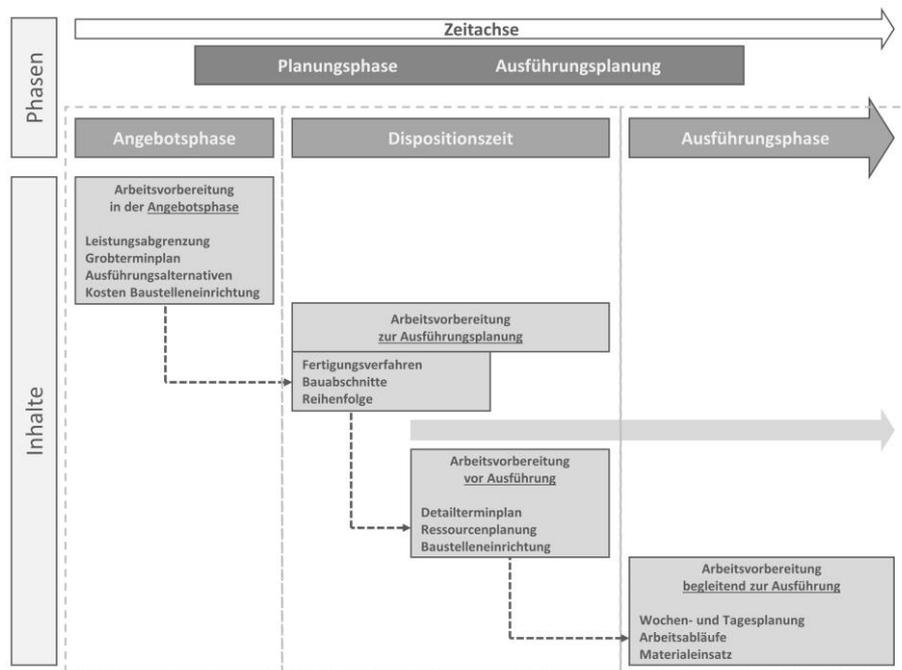


Bild 2.30 Arbeitsvorbereitung zeitlich eingegliedert in den Projektablauf ³³⁹

³³⁹ weiterentwickelt aus: DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 28

Grundsätzlich beginnt die Arbeitsvorbereitung während der Angebotsphase, da im Akquisitionsprozess die Zielsetzung durch die Vertragsunterlagen erstmals auftreten und dadurch die Forderung entsteht, auf Basis der Ausschreibung die Idee des Bauherrn zu realisieren. In diesem Stadium erfordert die AV große Kreativität, da einerseits die Ausführung mit Alternativen zu konzipieren ist und andererseits eine deutliche Leistungsabgrenzung erfolgen muss.

Mit der Erteilung des Zuschlags an das Unternehmen beginnt die Ausführungsphase, welche in Vorbereitung selbiger hauptsächlich die gewählten Fertigungsverfahren, sowie die Disposition der dafür erforderlichen Ressourcen beinhaltet. Die Umsetzung der AV während dieser Phase erfolgt schlussendlich schriftlich in Form von Plänen, Tabellen, Skizzen und Anweisungen, sowie der Vorbereitung der Arbeitskalkulation. Hierbei können aufgrund der zeitlichen Komponente durchaus andere Konzepte, als sie während der Akquisitionsphase konzipiert waren, in die Umsetzung gelangen, da sich möglicherweise sowohl die Randbedingungen aus dem Vertrag heraus (Zeit, Kosten, Termine) geändert haben, als auch durch technische Entwicklungen und neue Möglichkeiten einen langfristigen Vergabeprozess ergeben können. Letztlich legt diese intensive Vorbereitung der Baudurchführung den Grundstein für die erfolgreiche operative Projektabwicklung vor Ort.

Die Arbeitsvorbereitung während bzw. in der Ausführungsphase beinhaltet die detaillierten Arbeitsabläufe auf Grundlage der Wochen- und Tagesarbeitspläne mit den dafür notwendigen Personal-, Material- und Geräteressourcen und deren Einsatzplanung. Ebenso ist während dieser Phase laufend die Arbeitskalkulation zu aktualisieren, sowie das Baustellencontrolling vorzunehmen.³⁴⁰

Der Prozess bzw. Ablauf der Arbeitsvorbereitung mit all seinen wesentlichen Kennzeichen und Ergebnissen ist im Allgemeinen gemäß dem nachfolgenden Schema (Bild 2.31) gestaltet.

³⁴⁰ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 28 ff

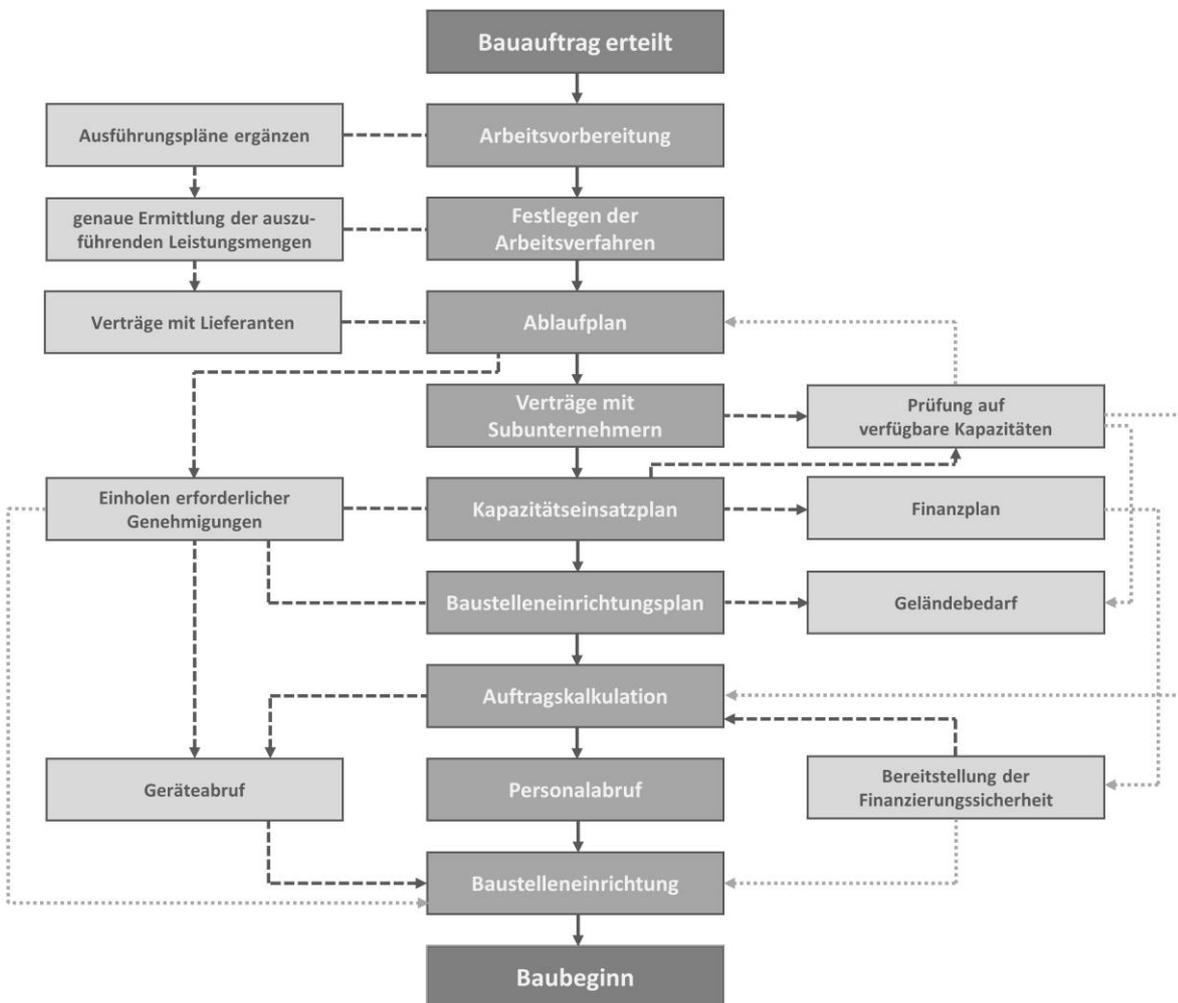


Bild 2.31 Ablauf der Arbeitsvorbereitung ³⁴¹

Eine umfangreiche Arbeitsvorbereitung erzeugt einerseits Kosten, auch bereits in den Phasen, in welcher noch keine Beauftragung vorhanden ist, andererseits entsteht dadurch unmittelbarer Baustellen- bzw. Projekt- sowie mittelbar auch unternehmerischer Nutzen. Kosteneinsparungen, welche durch eine zuverlässige Vorplanung, mögliche Konzepte und ergänzenden Handlungsvarianten entstehen, sind ähnlich wie im Zuge einer Gesamtplanung immer jenen durch eine zu späte Planung und Konzeption entstehenden bzw. erwartbaren Kosten vorzuziehen, was sich auch auf die Kostenbeeinflussbarkeit einzelner Projektphasen auswirken kann.^{342, 343}

³⁴¹ weiterentwickelt aus: KRAUSE, T.; ULKE, B.: Zahlentafeln für den Baubetrieb. S. 1308

³⁴² Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 37

³⁴³ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 31 ff

2.4.3 Ablaufplanung und Logistik als Teil des Bauprozessmanagements

Die Arbeitsvorbereitung beinhaltet die gedankliche Vorwegnahme von Prozessen und baubetrieblichen Umsetzungsverfahren und -konzepten. Um die Prozesse in einem System geordneter Zusammenhänge darstellen zu können, bedarf es einer Planung, welche die Abläufe in eindeutiger, nachvollziehbarer und bautechnisch richtiger Reihenfolge ermöglicht. Diese auch als Ablaufplanung bekannte Systematik kann aufgrund der zahlreichen Beteiligten und der Verschiedenartigkeit der durchzuführenden Arbeiten sowie in Abhängigkeit vom Bauvorhaben, der Größe und Komplexität in unterschiedlichen Betrachtungsweisen differenziert erfolgen. Die Einflussgrößen, welche als Randbedingungen für den Ablauf in die Planung miteinfließen sind demnach generell in die Systematik miteinzubeziehen, um alle notwendigen Vorgänge ganzheitlich miteinander vernetzt zu betrachten.³⁴⁴

In einem Ablaufplan, welcher als grafische Darstellung der Ablaufplanung zu verstehen ist, werden „*Vorgänge unter Beachtung ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten, der technologischen und kapazitiven Randbedingungen und ihrer ungefähren Zeitdauer dargestellt.*“³⁴⁵ Die Bauablaufplanung ist demnach die „*Zeitplanung für den Ablauf von Bauvorgängen. Damit verbunden ist die Kapazitätsplanung*“.³⁴⁶

Dabei erscheint es wesentlich, dass die AV den Grundsätzen folgt, die notwendigen Voraussetzungen zu bilden, sowie in einem geplanten Arbeitsablauf rechtzeitig alle Maßnahmen ergriffen werden können, um eine optimale Bauausführung zu ermöglichen.

Die Vorgehensweise einer Bauablaufplanung sollte den folgenden Schritten entsprechen:³⁴⁷

- Durch die Analyse des Bauwerks kann eine Grobplanung erfolgen, welche die grundsätzlichen Bestandteile beinhaltet und damit einen Rahmenplan fixiert.
- Darauf aufbauend umfasst die Feinterminplanung alle Vorgänge und Fertigungsabschnitte,
- welche im Rahmen einer laufenden Kontrolle mit den zu erwartenden Ergebnissen verglichen und gegebenenfalls optimiert wird.

³⁴⁴ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 39 ff

³⁴⁵ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 13

³⁴⁶ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 28

³⁴⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 41

Das Ziel in der Erstellung einer Bauablaufplanung bildet die „Ermittlung und Darstellung der zeitlichen Abfolge der Arbeitsvorgänge, das Feststellen von logischen Abhängigkeiten der Arbeitsvorgänge, das Feststellen der gesamten Bauzeit und die Optimierung des Ablaufes hinsichtlich Zeit und/oder Einsatzmittel.“³⁴⁸ Es sind somit alle Aktivitäten zu berücksichtigen und zu kombinieren, welche für die Planung und Steuerung aller Bauprozesse notwendig erscheinen.

Die nachfolgende Abbildung (Bild 2.32) veranschaulicht dieses Prinzip.

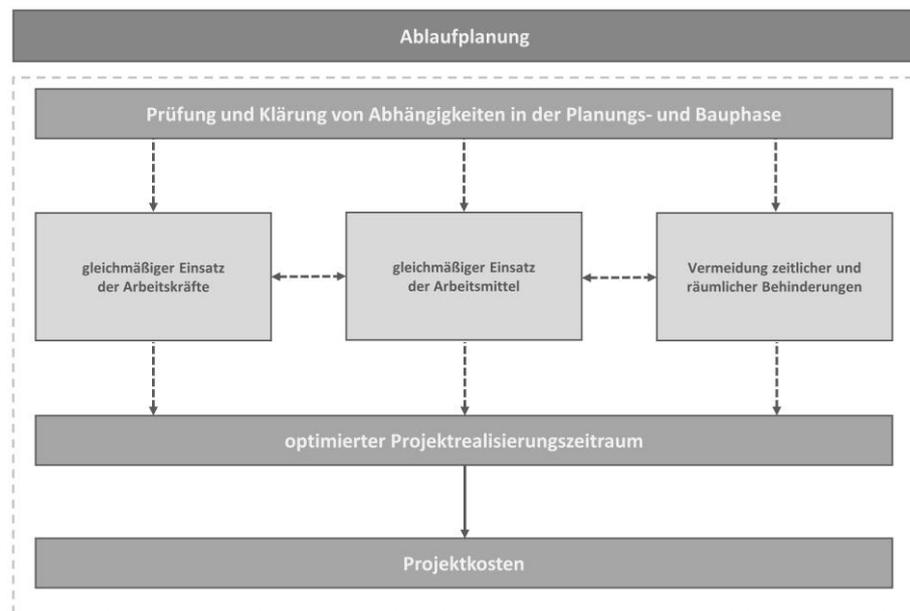


Bild 2.32 Prinzip der Ablaufplanung³⁴⁹

Durch die im Bauwesen bestehende zumeist standortgebundene Einzel- fertigung auf der Baustelle entsprechend dem Unikatprinzip, sowie der Fertigung auf Bestellung und dem Einfluss eines nicht zu vernachlässigenden Auftraggeberänderungswunsches während der Fertigung, verläuft die Produktionsplanung eines Bauvorhabens in einer anderen Reihenfolge, als dies bei Fertigungsunternehmen der stationären Industrie üblicherweise der Fall ist. Das Produktionsprogramm im Bauunternehmen ist durch die Auftragsvorgabe, sowie durch die Kurzfristigkeit, überschaubare Standardisierung und große Individualität der Bauprojekte geprägt, was eine vorausschauende Planung erschwert. Damit muss im Rahmen der Ablaufplanung eine Festlegung erfolgen, welche das optimale Zusammenwirken der räumlichen, kapazitiven und zeitlichen Aspekte aller Produktionsvorgänge wirtschaftlich bestmöglich zulässt. In diesem Zusammenhang sind aber nicht nur die singulären Baustellen, sondern alle in

³⁴⁸ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S.

³⁴⁹ GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. S. 193

einem Unternehmen geplanten und laufend durchgeführten Bauvorhaben zu berücksichtigen. Das Thema einer gleichmäßigen Auslastung mit möglichst geringen Engpässen in den Kapazitäten sowohl zeitlich als auch räumlich, steht dabei im Vordergrund.³⁵⁰

Die Fertigungsplanung (Vgl. Kap. 2.4.2) umfasst Teile der Bauablaufplanung, welche zusätzlich noch durch die Mittelplanung, die Baustelleneinrichtungsplanung, sowie Dokumentation der Fertigungsplanung ergänzt wird. Das Konzept, das zu erwartende Baugeschehen mit ausreichendem Vorlauf zu konzipieren, um damit einerseits ein Leistungsmaximum des Baustellenteams und den Produktionsmitteln und andererseits ein dadurch verursachtes Kostenminium zu erreichen, bildet die Grundlage der Fertigungsplanung.³⁵¹

Die zentrale Aufgabe der Bauablaufplanung ist es daher, die nicht veränderbaren Randbedingungen und Einflussgrößen mit der geforderten Leistung unter Zuhilfenahme möglichst wirtschaftlicher Bauverfahren zu ermöglichen. Des Weiteren sind diese vorausschauend für die erforderliche Kontroll- und Steuerungsfunktion im laufenden Soll-Ist-Vergleich zu definieren.³⁵² Dies bedeutet, dass für den Auftraggeber die zeitliche Koordination sämtlicher Vorbereitungs- und Planungsaktivitäten, sowie Bereitstellungen und Genehmigungen für einen reibungslosen Ablauf der Bauarbeiten ermöglicht werden. Dementgegen ist es die Aufgabe des Bauunternehmens, seine eigene Bauproduktion anhand aller Teilbauvorgänge zu planen, um durch die Bildung von Teilvorgängen die Gesamtbauzeit mit den zur Verfügung stehenden Produktionskapazitäten zu optimieren. Zusätzlich müssen die Prozesse so miteinander kombiniert werden, dass sie technisch-logische und verträgliche Bauvorgangsketten bilden, was wiederum eine Optimierung des Bauvorganges unter wirtschaftlichen und/oder technischen Aspekten erlaubt.³⁵³

Im Zuge der zunehmenden Industrialisierung im Bauwesen bekommt das Thema Bauablaufplanung bereits in früheren Planungsphasen eine wesentlich größere Bedeutung. Die Konzeption von industriell hergestellten Produkten bzw. die Umsetzung des Bauens mit industriellen Methoden bedarf der Planung der Prozesse und Schnittstellen ähnlich jenen Konzepten der stationären Industrie. Durch das Zustandekommen von Arbeitswiederholungen im vermehrten Einsatz von gleichen oder ähnlichen Komponenten im systemischen Bauen kann der Einsatz der menschlichen Arbeitskraft reduziert und für Schlüsselpositionen eingesetzt werden. Zusätzlich wird damit auch die Geräteinsatzzeit verkürzt. Die gleichmäßige Produktion auf einer Baustelle unter Bedingungen, wie sie in der Fließ- und Taktfertigung stationärer Unternehmen bestehen, bedürfen Konzepte

³⁵⁰ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 527 ff

³⁵¹ Vgl. ZILCH, K. et al.: Bauwirtschaft und Baubetrieb. S. 857

³⁵² Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 40

³⁵³ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 529

in der Bauablaufplanung, welche einen höheren Detaillierungsgrad zu einem wesentlich früheren Zeitpunkt, der bereits vor der Vergabe liegen kann, aufweisen. Die Verschiebung der Schnittstellen als Einflussgrößen in die Abhängigkeiten der Prozesse, weg von der Baustelle hin zu Planungs- und Produktionszeiten erfordert eine Synchronisation der Planung mit der Ausführung. Dabei kommt der virtuellen Betrachtung in einem Modell, wie es ein Gebäudedatenmodell gemäß BIM abbildet, eine wesentliche stärkere Bedeutung zu, als dies beim klassischen sequenziellen Planen und Konzeptionieren einer Baustelle der Fall ist. Ähnlich wie auch in der generellen Planung ist auch im Baubetrieb im Bereich der Arbeitsvorbereitung, Bauablaufplanung und Logistik sowie im Bereich der Bauverfahren selbst ein Umdenken von der klassischen linearen Planung und Konzeption, hin zu integralen Systemen und Ordnungsprinzipien erforderlich. Durch die Forderung nach einer frühzeitigen umfassenden Planung und somit der Einigung zu sämtlichen Randbedingungen, welche sich aus der im BIM verwendeten Software heraus ergeben, sind Festlegungen, welche ursächlich mit dem tatsächlichen Bauablauf zusammenhängen, bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt zu tätigen.³⁵⁴

2.4.4 Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik

Zur Realisierung eines geplanten Bauobjektes sind grundsätzlich Systeme notwendig, welche es erlauben das virtuell geplante Projekt in ein bau- bzw. umsetzbares System zu übersetzen. Hierzu bedarf es Vorgänge und Operationen, welche durch die Kombination von Materialien und Instruktionen eine Variation in der Ausführung zulassen.

Dabei wird unter dem Begriff Bauverfahren ein Herstellverfahren verstanden, welches „die Reihenfolge und die gegenseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Einzelleistungen bei der wirtschaftlichen Herstellung eines Bauwerkes bestimmt.“³⁵⁵ Der Zusammenhang der Produktionsfaktoren (Vgl. Kap. 2.4.1) bestimmt dabei die Eigenschaften eines Bauverfahrens. Durch die Kombination und Organisation der einzelnen Elemente entsteht ein neues Wirkungssystem mit besonderen Eigenschaften. Diese sollen den vertraglich bedungenen Vorgaben entsprechen. Die gewählten Bauverfahren bilden damit den Rahmen in Form der Prozesskette mit den notwendigen Arbeitsschritten, mit welcher ein Bauwerk realisiert wird.

Ein Bauverfahren umfasst damit den Begriff Technologie, die „zur Erstellung einzelner Teile eines Bauwerks oder des Gesamtbauwerkes angewendet wird.“³⁵⁶ Es ist die Aufgabe der Arbeitsvorbereitung, die Entscheidung

³⁵⁴ Vgl. BAUERNHANSL, T.; TEN HOMPEL, M.; VOGEL-HEUSER, B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. S. 19 ff

³⁵⁵ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 48

³⁵⁶ BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 87

über einen zweckmäßigen Einsatz eines Bauverfahrens zu treffen. Dabei stehen einerseits Werkzeuge unterschiedlicher Verfahrensvergleiche zur Verfügung, andererseits bestimmen die Grenzkosten³⁵⁷ das zu wählende System.

Durch die sich ändernden Rahmenbedingungen in Bezug auf Materialien und Bausysteme sowie den dabei zugrunde liegenden Fertigungsprozessen ändern sich auch die Bauverfahren. Techniken, wie sie noch vor einigen Jahren üblich waren, sind mittlerweile obsolet, da die Dynamik in der Anpassung der Umsetzungsszenarien hoch ist. Die Bauverfahrenstechnik gestaltet sich demnach als inhomogener sich stetig wandelnder Prozess, bei welchem die Einflussgrößen aufgrund technischer Entwicklungen flexibel sind. Die daraus entstehende Forderung nach einer Approximation von Produktionsfaktoren weg von einem realen hin zu einem virtuellen System bedarf der Integration von Methoden wie BIM und Industrie 4.0³⁵⁸ (Vgl. Kap. 2.2.5), um diese erst zu ermöglichen.

In direktem Zusammenhang mit der Bauverfahrenstechnik steht der Begriff Gerätetechnik, welche vor allem im Bauwesen ausschlaggebend in der Realisierung von Projekten ist. Da Bauwerke aufgrund ihrer Interaktion mit dem Baugrund und den physischen Randbedingungen sowie Bauteile auch aufgrund der stetig fortschreitenden Vorfertigung mittels eines laufend steigenden Automatisierungsgrades erstellt werden bzw. der Mensch dafür maschinelle Unterstützung benötigt, kommt der Gerätetechnik im Bauwesen eine besondere Aufmerksamkeit zu.³⁵⁹

Unter dem Begriff Geräte werden dabei „in der Bauwirtschaft Baugeräte, Kleingeräte und Kleingerüste sowie Werkzeuge“³⁶⁰ verstanden. Demnach sind sowohl (motor-)betriebene Maschinen als auch Kleingeräte und Werkzeuge als Geräte im baubetrieblichen Sinne zu verstehen, da mit ihrer Hilfe etwas bearbeitet, bewirkt oder hergestellt werden kann. Der Begriff Gerät steht aber auch für die Gesamtheit mehrerer Geräte.³⁶¹

Der Einsatz der im Zuge der Vorbereitung des Baubetriebs gewählten Bauverfahrenstechnik steht in unmittelbarer Abhängigkeit zur Gerätetechnik. Durch die Kombination mit den Produktionsfaktoren Mensch und Material ist es möglich, eine Optimierung der Prozesse zu erreichen. Demnach stellt der Produktionsfaktor der Gerätetechnik Anforderungen an Entwicklungsabteilungen von Unternehmen für Bau- und Hilfsgeräte, welche

³⁵⁷ Die Grenzkosten „stellen die Mehrkosten dar, die bei der Herstellung der letzten Produktionseinheit anfallen, wenn die Produktionsmenge erhöht wird.“ BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 180

³⁵⁸ Unter dem Begriff Industrie 4.0 wird im Allgemeinen die Verknüpfung ursächlicher Produktion mit moderner Informations- und Kommunikationstechnologie verstanden, wobei die Basis dafür durch intelligente und digital vernetzte Systeme gebildet wird. Damit soll es möglich werden, eine selbstorganisierende Produktion zu entwickeln, bei welcher Menschen, Anlagen, Produkte und Logistik miteinander in Wechselwirkung stehen, kommunizieren und kooperieren. Das Ziel ist dabei die Optimierung der Wertschöpfungskette über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Vgl. BAUERNHANSL, T.; TEN HOMPEL, M.; VOGEL-HEUSER, B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. S. 603

³⁵⁹ Vgl. KÖNIG, H.: Maschinen im Baubetrieb. S. 1 ff

³⁶⁰ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 71

³⁶¹ Vgl. DUDEN: Fremdwörterbuch. S. 289

sich mit der stetigen Weiterentwicklung und Realisierung von Baugeräten befassen, die den Funktionen neuartiger Baustoffe und vor allem Bauweisen entsprechen. Die Funktionsfähigkeit, Qualität und Zuverlässigkeit von Baumaschinen und Baugeräten bedarf einer Anpassung an die fertigungsspezifischen Randbedingungen und Vorgaben der Bausystementwickler. Es stellt sich die Frage, ob der technische Fortschritt in der Gerätetechnik oder in der Bautechnik bzw. den Bauverfahren liegt. Die Entwicklungen zeigen, dass beides nicht unabhängig voneinander entstehen kann, jedoch die Vorgaben der Bausysteme die Nach- und Umrüstung bzw. der gänzlichen Neugestaltung der Geräte bedürfen.

Die holzbauspezifische Anwendung bzw. Umsetzung der baubetrieblichen Themenfelder erfolgt in Kap. 6, die Besonderheiten des Industriellen Bauens in Bezug zum Holzbau werden Kap. 4 detailliert betrachtet.

2.5 Geschäfts- und Unternehmensmodelle als Teil des Bauprozessmanagements

Dynamische Randbedingungen, ständig wechselnde Beteiligte sowie der stetige technische Wandel prägen das Baugeschehen. Die Gestaltung und kontinuierliche Anpassung der Unternehmenssituation, welche auf die Einflüsse technischer Entwicklungen sowie jene des Marktes reagiert, kennzeichnet daher die Situation im Bauwesen maßgeblich. Dies macht „eine stringente strategische Neupositionierung auf dem Baumarkt notwendig, um auch zukünftig die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.“³⁶²

Der sich wandelnde Bauprozess einerseits sowie die Änderung der Unternehmenszwecke andererseits spiegeln sich in den Visionen und Zielvorgaben der Unternehmensstrategien wider. Entwicklungen in den USA im Bereich der Geschäfts- und Unternehmensmodelle in den vergangenen Jahrzehnten haben auch in Europa dazu geführt, dass sich Führungskräfte gemeinsam mit Spezialisten einschlägiger Forschungsabteilungen dieser Thematik angenommen haben, um Unternehmenskonzepte und Systeme zu benennen und zu charakterisieren, sie zu systematisieren und damit weiterzuentwickeln. Die dahinter stehenden Regelmäßigkeiten und Ordnungsprinzipien bilden sich in gleichen oder ähnlichen Mustern ab, welche in unterschiedlichen Kombinationen wiederum neue Mechanismen hervorbringen. Diese Geschäftsmodellinnovationen stellen demnach in mehr als 90 % der Fälle eine Kombination aus Ideen, Konzepten und Elementen der Geschäftsmodelle zumeist branchenfremder Felder dar.³⁶³

Es scheint daher konsequent, das Thema Geschäftsmodell (Vgl. Kap. 2.5.3) sowie dessen (Weiter-)Entwicklung im Bauwesen verstärkt zu betrachten, da die eher traditionellen Konzepte des Bauwesens verstärktes Bewusstsein erfordern, um den sich ändernden Markt- und Wettbewerbssituationen auch in volatilen Zeiten anpassen zu können.

2.5.1 Organisationsstrukturen im Bauwesen

Den Prinzipien des Prozessmanagements folgend (Vgl. Kap. 2.1.2.2 ff) steht die Frage nach der am besten geeigneten Organisationsform an oberster Stelle, um den Nutzen durch dessen Einsatz zu maximieren. Die Dynamik in einem derartigen Prozess bildet eine Einflussgröße, welche durch das Management kontinuierlich im Auge behalten werden muss, um rasch und zielgerichtet auf Veränderungen am Markt reagieren zu können. Die Organisationsform kann dabei bisherige Systeme übernehmen und

³⁶² SCHMOLKE, D.: Innovation durch Partnering im deutschen Schlüsselfertigbau. S. 1

³⁶³ Vgl. GASSMANN, O.; FRANKENBERGER, K.; CSIK, M.: Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. S. VII

mit zusätzlichen Prozesskoordinatoren versehen, welche einen reibungslosen Ablauf weiterhin ermöglichen. Sie kann auch eine völlig neue von den bisherigen Hierarchien und Abläufen stark unterscheidende Matrixorganisation annehmen. Durch die Trennung der Führungsstruktur und Hierarchie eines Unternehmens von den Organisationseinheiten und die konsequente Ausrichtung an den Prozessen lassen sich gänzlich neue Prozessorganisationen gestalten.³⁶⁴ Unabhängig davon, welches System welchen Abläufen zugrunde liegt, ist es das Ziel, eine Organisationsstruktur für eine Unternehmen oder auch ein spezifisches Bauvorhaben zu gestalten, welches die Ausrichtung des Systems und der Prozesse an den Interessen des Kunden bzw. Bauherrn im Fokus hat.

Die Untergliederung eines Unternehmens in eine Gesamtunternehmensorganisation sowie in eine Geschäftseinheitenorganisation bildet die eigentliche Organisationsstruktur ab, welche durch die Zweckbestimmung, den Entwicklungsstand, die Unternehmens- und Geschäftsfeldstrategie, die Wertschöpfungsprozesse, die eigentlichen Aufgaben, sowie das Potenzial an verfügbarem Personal gebildet wird. Demnach wird eine Organisation so aufgestellt, dass die Unternehmens- und Geschäftsprozesse in Form der Leistungserstellungs-, Support- und Managementprozesse mit deren Aufgaben und Verantwortlichkeiten sowie den Einflussfaktoren Strategie, Struktur, Systemprozess, Selbstverständnis, Spezialkenntnisse, Stammpersonal und auch Stil in einem geordneten System miteinander interagieren.³⁶⁵

Eine derartige prozessorientierte Organisationsstruktur ist Teil des *St. Galler Management-Konzeptes* und stellt sich gemäß Bild 2.33 folgendermaßen dar.

³⁶⁴ Vgl. FÜERMANN, T.: Prozessmanagement . S. 6 ff

³⁶⁵ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 363

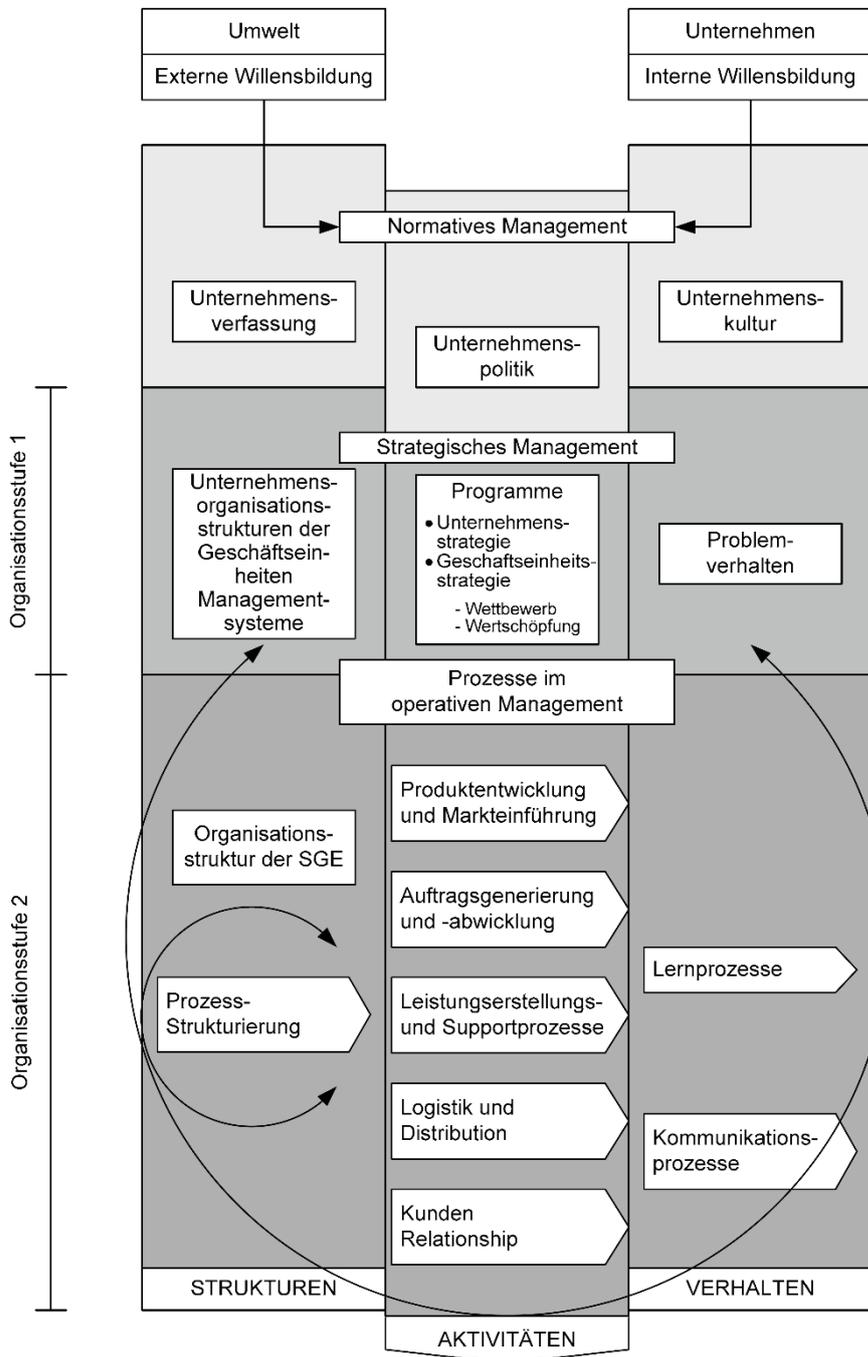


Bild 2.33 Prozessorientierte Organisationsstruktur eines Unternehmens gemäß St. Galler Management-Konzept³⁶⁶

Das Ziel ist es, ein organisiertes, strukturiertes, an den Unternehmenszielen und Kundenbedürfnissen ausgerichtetes Handeln aller im Unternehmen Beteiligten bzw. dem Unternehmen an sich sicherzustellen.

³⁶⁶ GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 364

Das Organisationsmodell, welches auch als Aufbauorganisation bezeichnet wird, bildet einzelne Bereiche mit ihren Verantwortlichkeiten, Kompetenzen und Weisungsbefugnissen zur Projektabwicklung, ausgehend von den Zielvorgaben und den dafür erforderlichen Aufgaben, in einem Organigramm, ab. Eine derartige Strukturorganisation „sichert die Verteilung der Aufgaben in einem Unternehmen auf die verschiedenen Stellen sowie deren Zusammenarbeit und dem zugehörigen Informationsfluss. [...] Gemeinsam mit der Ablauforganisation bildet die Aufbauorganisation die Betriebsorganisation.“³⁶⁷

Bauunternehmen sind demnach nach Systemen gegliedert, welche es erlauben, die Größe und Komplexität eines bzw. mehrere Bauvorhaben in einer organisatorisch bewältigbaren Einheit zusammenzufassen. Entscheidend in diesem Zusammenhang ist die vertragliche Ausgestaltung zwischen den Beteiligten mit deren Kompetenzverteilung und den damit zusammenhängenden Projektrisiken. Daher erscheint es sinnvoll, eine Organisationsstruktur zu wählen, welche eine flexible Anpassung während der Projektphasen zulässt, die Integration des Bauherrn ermöglicht, ein internes Controlling-Instrument einbezieht sowie auch Mechanismen zur Konfliktlösung vorsieht.³⁶⁸

Die Schaffung einer projektorientierten Vision und Kultur, welche gerade für Bauunternehmen aufgrund ihrer projektorientierten Organisation zwingende Voraussetzung ist, erfordert einerseits Flexibilität und Effizienz aller Beteiligten, rasche und unbürokratische abteilungsübergreifende Lösungen für kurzfristig auftretende Probleme, sowie sachliche Zielorientierungen anstelle von Statusorientierung. Andererseits ist eine effiziente Ressourcennutzung aufgrund der geringen Vorhaltemenge neben der Kunden-, Prozess- und teilweise auch Mitarbeiterorientierung seitens der Führungsorganisation sicher zu stellen.³⁶⁹

Ergänzend hierzu sind Konstellationen und Kooperationseinheiten zu wählen, welche diese Grundsätze zulassen und gleichzeitig auch den vertraglich eindeutigen Rahmen mit Externen bilden.

2.5.2 Unternehmenseinsatzformen und Kooperationsmodelle

Die Organisationsform der Unternehmen gestaltet sich nach den Zielvorgaben des Bauherrn unterschiedlich und projektabhängig. Der Wunsch der Einflussnahme des Auftraggebers während den einzelnen Planungs- und Ausführungsstufen erfordert eine vertraglich flexible Gestaltung sowie

³⁶⁷ BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 45 ff

³⁶⁸ Vgl. KOCHENDÖRFER, B.; LIEBCHEN, J. H.; VIERING, M. G.: Bau-Projekt-Management. S. 55

³⁶⁹ Vgl. RATTAY, G.: Führung von Projektorganisationen – Ein Leitfaden für Projektleiter, Projektportfolio-Manager und Führungskräfte projektorientierter Unternehmen. S. 255 ff

eine laufende bzw. stufenweise Vergabe einzelner Pakete und Leistungen (Einzelvergabe).³⁷⁰ Im Gegenzug dazu verlangt eine Bauherrenvorgabe nach einem Festpreis bei garantiertem Termin eine Organisation mit möglichst wenigen, wenn nicht sogar lediglich einem Vertragspartner für alle Leistungen während des Planungs- und Ausführungszeitraumes.³⁷¹ Diese unterschiedlichen Denkweisen und Möglichkeiten werden auch als Unternehmenseinsatzformen bzw. Konstellationen der Abwicklung bezeichnet. Diese Vergabe- und Kooperationsmodelle (Vgl. Kap. 2.2.3) können sowohl während der Planungs-, als auch während der Ausführungsphase sowie in beiden Phasen zugleich installiert werden.

Die Unternehmenseinsatzform^{372, 373} ist dabei die „*Art und Weise, in der ausführende Unternehmen für den Bauherrn tätig werden.*“³⁷⁴ Dabei bilden begrifflich eindeutig definierte Formen wie der *Einzelunternehmer*³⁷⁵, *Alleinunternehmer*³⁷⁶, *Hauptunternehmer*³⁷⁷, *Nebenunternehmer*³⁷⁸, *Nach- oder Subunternehmer*³⁷⁹, *Generalunternehmer*³⁸⁰, *Totalunternehmer*³⁸¹, *Generalübernehmer*³⁸² und *Totalübernehmer*³⁸³ die Basis, welche vertraglich oftmals auftreten. Neben diesen als klassisch einzustufen-

³⁷⁰ Vgl. SCHLICKENRIEDER, M.; KOFLER, B.; HECK, D.: Entscheidungshilfe für Generalunternehmer- und Einzelvergaben von Bauleistungen bei Infrastrukturprojekten. In: bauaktuell, Nr. 6/4. Jahrgang/November 2013. S. 200 ff

³⁷¹ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. S. 40

³⁷² Vgl. RACKY, P.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform. S. 10 ff

³⁷³ Vgl. KRATZENBERG, R.; LEUPERTZ, S.: VOB Teile A und B Kommentar. S. 2517 ff

³⁷⁴ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 147

³⁷⁵ Ein Einzelunternehmer erbringt im Rahmen der Bauausführung seine Leistung in seinem fachspezifischen Gewerk. Vgl. RACKY, P.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform. S. 10

³⁷⁶ Der Alleinunternehmer erbringt die beauftragten Leistungen selbst mit eigenem Personal im Rahmen seines eigenen Unternehmens. Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 15

³⁷⁷ Der Hauptunternehmer führt Leistungen im Rahmen seines eigenen Unternehmens aus und vergibt im Namen und auf Rechnung des AG Leistungen, welche zur Herstellung des Werkes erforderlich sind, an Nebenunternehmer. Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 79

³⁷⁸ Der Nebenunternehmer übernimmt von Hauptunternehmer als Alleinunternehmer Leistungen und führt diese im Namen und auf Rechnung des AG aus. Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 109

³⁷⁹ Der Subunternehmer oder Nachunternehmer führt Teile einer übertragenen Leistung aus und ist vertraglich an den GU, GÜ, TU oder GÜ gebunden. Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2110 (Ausgabe: 2013-03-15) Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm. S. 10

³⁸⁰ Der Generalunternehmer (GU) – synonym Gesamtunternehmer – wird von AG mit der alleinverantwortlichen (schlüsselfertigen) Bauausführung beauftragt, erbringt jedoch lediglich jene Teile davon selbst, für welche sein Unternehmen ausgelegt ist (zumeist Rohbauarbeiten). Der GU vergibt die übrigen Teilleistungen an Subunternehmer und erbringt auch keinerlei Planungshilfe zur Festlegung der Vergabeform. S. 10 ff

³⁸¹ Der Totalunternehmer (TU) übernimmt wie der Generalunternehmer ein Gesamtpaket als alleinverantwortlicher Ansprechpartner für den AG und führt neben den Bauleistungen auch noch Planungsleistungen, ev. Finanzierungen und Grundstücksbeschaffungen selbst durch, oder vergibt diese wiederum teilweise. Vgl. RACKY, P.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform. S. 11 ff

³⁸² Der Generalübernehmer (GÜ) übernimmt wie der Generalunternehmer sämtliche Bauleistungen, vergibt diese jedoch gänzlich an Subunternehmer. Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/830359590/generaluebernehmer-v6.html>. Datum des Zugriffs: 16.März.2018

³⁸³ Der Totalübernehmer (TÜ) führt wie der Totalunternehmer Bau- und Planungsleistungen sowie Finanzierung durch, führt diese jedoch nicht selbst aus, sondern vergibt sie gänzlich an Subunternehmer. Vgl. <https://www.bmp-baumanagement.de/site/deutsch/unternehmen/veroeffentlichungen/glossar/t/item-259-func-detail.htm>. Datum des Zugriffs: 16.März.2018

den Formen treten allerdings weitere Kooperationsysteme und vertragliche Konstrukte aufgrund sich ändernder Randbedingungen und global agierender Unternehmen verstärkt in den Vordergrund.

Bisher haben im Bauwesen vor allem Generalunternehmer in Form klassischer hierarchischer Konzepte zwischen den Ausführenden und seinen Subunternehmern oftmals den Nachteil, dass sie erst ab dem Zeitpunkt der Ausführung aufgestellt werden und somit die Kenntnisse des Ausführenden nicht in die Planungsphase miteinfließen können, wie es im Zuge der integralen Planung erforderlich wird. In den letzten Jahren treten vermehrt Konzepte auf, welche in Form von General- und Totalübernehmern dem Bauherrn fast gänzlich nicht nur die schlüsselfertige Erstellung, sondern auch die Planungsarbeiten, das Management, die Finanzierung und Grundstücksbeschaffung abnehmen.³⁸⁴

Im Vergleich dazu stellt die klassische *Arbeitsgemeinschaft (ARGE)* eine Zweckgemeinschaft zwischen Ausführenden zur gemeinsamen Projektdurchführung (Werkvertrag) dar, welche sich allerdings als Rechtsform eigenständig ausdrückt (Gesellschaft Bürgerlichen Rechts – GesBR)³⁸⁵ und „dem AG gegenüber solidarisch zur vertragsgemäßen Erbringung einer Leistung auf dem Gebiet gleicher oder verschiedener Fachrichtungen verpflichtet.“³⁸⁶ Diese Kooperationsform entsteht aus der Tatsache heraus, dass Unternehmen gemeinsam ein Angebot für eine Bauleistung gelegt haben, bei welchem sie einerseits kooperieren müssen, da die zu erbringende Leistung für ein Unternehmen meist zu umfangreich ausfallen würde und die Kapazität eines Partners nicht ausreicht. Andererseits ergibt sich durch die ARGE damit die Möglichkeit, eine kontinuierliche Auslastung jedes (beteiligten) Unternehmens sicherzustellen, sowie einen Risikoausgleich durch mehrere Partner zu erlangen. Es steht somit dem Konkurrenten bzw. Mitbewerber eine Leistung unter eigener Kontrolle zu.³⁸⁷

Ebenso tritt die Kooperationsform des *Joint Ventures* als rechtlicher Zusammenschluss selbständig tätiger Unternehmen in Form eines gemeinsamen Unternehmens mit jeweiliger Kapitalbeteiligung vermehrt im Bauwesen auf. Diese finanzielle Teilhabe sowie die damit zusammenhängende Risikoteilung werden durch ein Führungsteam bestehend aus Personen beider Unternehmen gesteuert. Joint Ventures treten auch bei Unternehmen auf, welche ihre ursprüngliche Geschäftstätigkeit in gänzlich unterschiedlichen Bereichen ausführen, jedoch gemeinsam aufgrund bspw. eines Entwicklungsprojektes mit einem neuen Produkt am Markt auftreten. Damit tritt eine Kombination der Stärken in Bezug auf Technik

³⁸⁴ Vgl. KRATZENBERG, R.; LEUPERTZ, S.: VOB Teile A und B Kommentar. S. 2517 ff

³⁸⁵ Vgl. WESELIK, N.: Zu den Auswirkungen der Insolvenz eines ARGE-Gesellschafters auf nicht vollendete Bauvorhaben. In: bauaktuell, Nr. 5/7. Jahrgang/September 2016. S. 162

³⁸⁶ OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 18

³⁸⁷ Vgl. BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 32

und Markt beider Unternehmen zur Erreichung von Synergieeffekten und Wettbewerbsvorteilen in den Vordergrund.³⁸⁸

Vor allem unter internationalem Einfluss bzw. verstärkt global agierender Unternehmen entstehen Vertragskonstellationen, welche die Gleichberechtigung aller Partner mit gänzlich anderer Philosophie in der Projektabwicklung, wie dies bspw. im Falle von Partnering der Fall ist, erlaubt. In diesem Fall binden sich Unternehmen mittelfristig zur gemeinsamen Zielerreichung und Effizienzmaximierung in Form eines Teams, welches in einem Projekt gemeinsam und lösungsorientiert die Chancen und Risiken bereits zu einem frühen Projektstadium abwägt.³⁸⁹ Diese unkonkreten Definitionen, welche oftmals sogar als Marketinginstrumente abgetan werden, haben zwar grundsätzlich durch den kooperativen, auf Vertrauen aufbauenden Gedanken gemeinsame Wertvorstellungen und Zielsetzungen voranzutreiben, ihre Berechtigung. In der Baupraxis, speziell in der vertraglichen Ausgestaltung, wenn es bspw. um Rechtsstreitigkeiten geht, sind jedoch nach wie vor Unschärfen anzutreffen. Generell ist jedoch dieses Vertrauenskonzept zu begrüßen, um eine positivere Stimmung in der Bauprojektabwicklung zu erhalten.^{390, 391}

Die Unterscheidung, ob Unternehmen strategisch oder informell in einem Netzwerk kooperieren, fußt auf dem Wissen, die Vorteile aufgrund der Kooperation sowie die Intensität der Zusammenarbeit zur Erreichung der gemeinschaftlich angestrebten Ziele für alle Seiten nutzbar zu machen. Daher kooperieren Unternehmen zur gemeinsamen Zielerreichung, wobei dies sowohl die Zielvorstellungen des Bauherrn, nämlich durch die Projektrealisierung, als auch durch die Perspektive der Unternehmen in der Gewinnmaximierung oftmals Konfliktpotenzial beinhaltet.“³⁹²

Aus diesem Grund ist die eindeutige und bewusst vorgenommene vertragliche Vereinbarung zwischen den Beteiligten als Basis der Zusammenarbeit wesentlich. Die Kooperation, unabhängig ob sie zwischen den Ausführenden, zwischen Planenden und Ausführenden oder auch jeweils mit dem Bauherrn getroffen werden, muss einer eindeutig strukturierten, nachvollziehbaren und ausgewogenen und somit fairen Vertragsgestaltung folgen. Lediglich unter dieser Voraussetzung lassen sich Projekte mit einem gemeinsamen Ziel und Lösungsvorschlägen zur Gewinn- und Nut-

³⁸⁸ Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 1721

³⁸⁹ Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 117

³⁹⁰ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 294 ff

³⁹¹ Vgl. SCHMOLKE, D.: Innovation durch Partnering im deutschen Schlüsselfertigbau. S. 6 ff

³⁹² Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 309 ff

zenmaximierung abwickeln. Dabei kommen Systeme, wie klassische *Einheitspreisverträge*³⁹³, *Detail- und Global-Pauschalverträge*³⁹⁴ ebenso zur Wirkung, wie *garantierte Maximalpreisverträge*³⁹⁵. *Public-Private-Partnership-Modelle (PPP-Modelle)*³⁹⁶, *design & build*³⁹⁷ Vertragskonstellationen, *New Engineering Contracts (NEC)*³⁹⁸ sowie *Partnering Modelle* bereichern demnach die derzeitigen Vergabekonstrukte, da sie verstärkt die gemeinschaftliche Projektbearbeitung bei gleichzeitig ausgewogenen Zugeständnissen der Einzelinteressen im Fokus haben.

Unabhängig davon, wie die vertragliche Bindung ist, bzw. ob wie im Falle loser Kooperation zwischen Unternehmen überhaupt eine besteht, ist es für das zu erreichende Projektergebnis förderlich und zielführend, wenn sich Unternehmen, Planer und Bauherren auf Augenhöhe begegnen, um durch ein integratives Zusammenspiel gemeinsam auf das Ergebnis gemäß der Zielvorgabe einzuwirken.

2.5.3 Geschäftsmodelle im Bauwesen

Aufbauend auf die Organisationsstruktur und die Unternehmenseinsatzform stellt das gewählte Geschäftsmodell als die Beschreibung der Funktionsweise eines Unternehmens eine maßgebliche Größe in einer Unternehmensentwicklung dar. Die Interpretation eines Geschäftsmodells bzw. Geschäftsmodellansatzes ist branchen- und unternehmensabhängig.³⁹⁹

³⁹³ Der Einheitspreisvertrag stellt einen Standardvertragstypen dar, welcher im Falle einer eindeutig nach Art und Güte sowie Umfang annähernd beschreibbaren Leistung eingesetzt wird. Dabei werden Einheitspreise für die jeweilige Leistung vereinbart, nach welchen mit den tatsächlich auftretenden Mengen abgerechnet wird. Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 60

³⁹⁴ Der Pauschalpreisvertrag oder auch Pauschalvertrag gilt als Leistungsvertrag, der auf Basis einer Pauschalsumme abgeschlossen wird. Die Anwendung erfolgt im Falle nicht verwertbarer Änderungen der Ausführung, da die Mengenänderung in der Risikosphäre des Auftragnehmers liegt. Der Global-Pauschalpreisvertrag basiert zumeist auf einer funktionalen Ausschreibung (Vgl. Kap. 2.3.1), der Detail-Pauschalpreisvertrag mehrheitlich auf einer konstruktiven Leistungsbeschreibung, welche durch ein strukturiertes Leistungsverzeichnis im Zuge des Vertragsabschlusses pauschaliert wird. Vgl. BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. S. 272

³⁹⁵ Der garantierte Maximalpreisvertrag (Guaranteed Maximal Price) oder auch als Target Contract bezeichneter Vertrag beschreibt den Vertragstypen beim Einsatz von Partnering, bei welchem eine Teil-Pauschalierung vorgenommen wird, aber auch variable Kostenanteile bestehen. Im Falle von Einsparungen bei Subunternehmervergaben durch die Kooperation des AN mit dem AG erfolgt eine Aufteilung des Vergabegewinns, sollte er unter dem garantierten Maximalpreis liegen. Vgl. TAUTSCHNIG, A.; HULKA, G.: Die besondere Eignung des GMP-Modells für "Fast Track"-Projekte im Hochbau. In: Der Bauingenieur, Band 77/2002. S. 484 ff

³⁹⁶ Public-Private-Partnership (PPP) versteht ursprünglich den zumeist formellen oder auch informellen Zusammenschluss privater und öffentlicher Partner zur gemeinsamen Entwicklung und Erneuerung städtischer Problemzonen. Im Bauwesen konnten sich PPP-Modelle für die Finanzierung, die Umsetzung und den Betrieb von Infrastrukturmaßnahmen durchsetzen, da die öffentliche Hand aufgrund der wirtschaftlichen Situation zumeist nicht in der Lage ist, große Investitionen vor allem im Aufbau alleinig zu tätigen. Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 2619

³⁹⁷ Unter design and build Verträgen werden im Allgemeinen angloamerikanische Modelle des Totalunter- oder -übernehmervertrages verstanden. Die Einbringung des Know-hows des Auftragnehmers in die Planung, sowie die Planung und Ausführung aus einer Hand mit eindeutiger Verantwortlichkeit zur Risikominimierung, welche mit und ohne Construction Management auftreten können, kennzeichnen ebenso eine kooperative Projektentwicklung und Haltung untereinander. Vgl. ANTILL, J. M.; FARMER, B. E.: Engineering Management. S. 164

³⁹⁸ Der New Engineering Contract (NEC) bzw. mittlerweile als Engineering and Construction Contract (ECC) bezeichnet, ist ein Vertragswerk mit dem Ziel, möglichst einfach, eindeutig und flexibel die kooperative Zusammenarbeit zu fördern, um damit den Nutzen zu maximieren. Das Ziel der Konfliktvermeidung aufgrund der partnerschaftlichen Herangehensweise birgt auch einen erfolgsabhängigen Entgeltmechanismus, der zur Steigerung der Motivation der AN bei fairer Risikoverteilung beitragen soll. Vgl. ALLEN, D.; KRAUS, F.: New Engineering Contract (NEC) – Charakter und Anwendungserfahrung aus UK. In: Tagungsband 3. PM-Bau Symposium, 2008. S. 40

³⁹⁹ Vgl. BIEGER, T.; KRYS, C.: Einleitung – Die Dynamik von Geschäftsmodellen. In: Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis. S. 1 ff

Dabei ist unter einem Geschäftsmodell „(engl. *Business Model*) eine modellhafte Repräsentation der logischen Zusammenhänge, wie eine Organisation bzw. Unternehmen Mehrwert für Kunden erzeugt und einen Ertrag für die Organisation sichern kann.“⁴⁰⁰ zu verstehen. Es kann damit als Ableitung des betrieblichen Leistungssystems in Form der Funktion im Unternehmen angesehen werden. Das Geschäftsmodell demonstriert dabei die Umwandlung im Leistungserstellungsprozess der in ein Unternehmen einfließenden externen Ressourcen (Input), welche zu Produkten und Dienstleistungen (Output) transferiert werden.⁴⁰¹

Schallmo definiert das Geschäftsmodell als „die Grundlogik eines Unternehmens, die beschreibt, welcher Nutzen auf welche Weise für Kunden und Partner gestiftet wird. Ein Geschäftsmodell beantwortet die Frage, wie der gestiftete Nutzen in Form von Umsätzen an das Unternehmen zurückfließt. Der gestiftete Nutzen ermöglicht eine Differenzierung gegenüber Wettbewerbern, die Festigung von Kundenbeziehungen und die Erzielung eines Wettbewerbsvorteils. [...] Die Zielsetzung ist, die Geschäftsmodell-Elemente so miteinander zu kombinieren, dass sich die Geschäftsmodell-Elemente gegenseitig verstärken. Somit ist es möglich, Wachstum zu erzielen und gegenüber Wettbewerbern schwer imitierbar zu sein.“⁴⁰²

Demgegenüber ist ein Geschäftsmodell nach Gassmann, Frankenberger und Csik „darüber definiert, wer die Kunden sind, was verkauft wird, wie man es herstellt und wie man einen Ertrag realisiert. Kurz gesagt, das Wer-Was-Wie-Wert? definiert ein Geschäftsmodell, wobei die ersten beiden "W" die externe Dimension eines Geschäftsmodells adressieren und die letzten beiden "W" die interne Dimension.“⁴⁰³

Nach Bieger und Reinhold beschreibt ein Geschäftsmodell „ die Grundlogik, wie eine Organisation Werte schafft. Dabei bestimmt das Geschäftsmodell, (1) was eine Organisation anbietet, das von Wert für Kunden ist, (2) wie Werte in einem Organisationssystem geschaffen werden, (3) wie die geschaffenen Werte dem Kunden kommuniziert und übertragen werden, (4) wie die geschaffenen Werte in Form von Erträgen durch das Unternehmen „eingefangen“ werden, (5) wie die Werte in der Organisation und an Anspruchsgruppen verteilt werden und (6) wie die Grundlogik der Schaffung von Wert weiterentwickelt wird, um die Nachhaltigkeit des Geschäftsmodells in der Zukunft sicherzustellen.“⁴⁰⁴

⁴⁰⁰ <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/geschaeftsmodell.html>. Datum des Zugriffs: 06.Jänner.2018

⁴⁰¹ Vgl. GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 1307

⁴⁰² SCHALLMO, D.: Kompendium Geschäftsmodell-Innovation – Grundlagen, aktuelle Ansätze und Fallbeispiele zur erfolgreichen Geschäftsmodell-Innovation. S. 335

⁴⁰³ GASSMANN, O.; FRANKENBERGER, K.; CSIK, M.: Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. S. 7

⁴⁰⁴ BIEGER, T.; REINHOLD, S.: Das wertbasierte Geschäftsmodell – Ein aktualisierter Strukturierungsansatz. In: Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis. S. 32

Im Zusammenhang mit dem Thema Geschäftsmodell kommt demnach dem Begriff Dimension eine wesentliche Bedeutung zu. Als Teil der Modellbildung zur Abstraktion bzw. auch Vereinfachung hinsichtlich der Realität eines Geschäftsmodells bedarf es Elemente bzw. Ebenen, welche eine Aufspaltung des zugrunde liegenden Gesamtmodells zulassen. Da die Beschreibung eines Geschäftsmodells meist schwierig und komplex ist, stellt die Erläuterung auf der Ebene von Dimensionen einen besseren Zugang in der Gesamtstrukturierung dar. Den unterschiedlichen Definitionen von Geschäftsmodellen folgend variieren diesbezüglich auch die Dimensionen zur Abstrahierung selbiger. Generell lässt eine größere Zahl an Ebenen auch eine detailliertere Betrachtung zu, wodurch bei komplexeren Modellen ein höherer Aufwand in der Erstellung besteht.⁴⁰⁵

Schallmo definiert diese Ebenen nach der Kundendimension, der Nutzendimension, der Wertschöpfungsdimension, der Partnerdimension und der Finanzdimension. Dies lässt sich anhand eines Rasters gemäß Bild 2.34 darstellen, wobei die Darstellung eines Geschäftsmodelles auch als CANVAS⁴⁰⁶ bezeichnet wird.

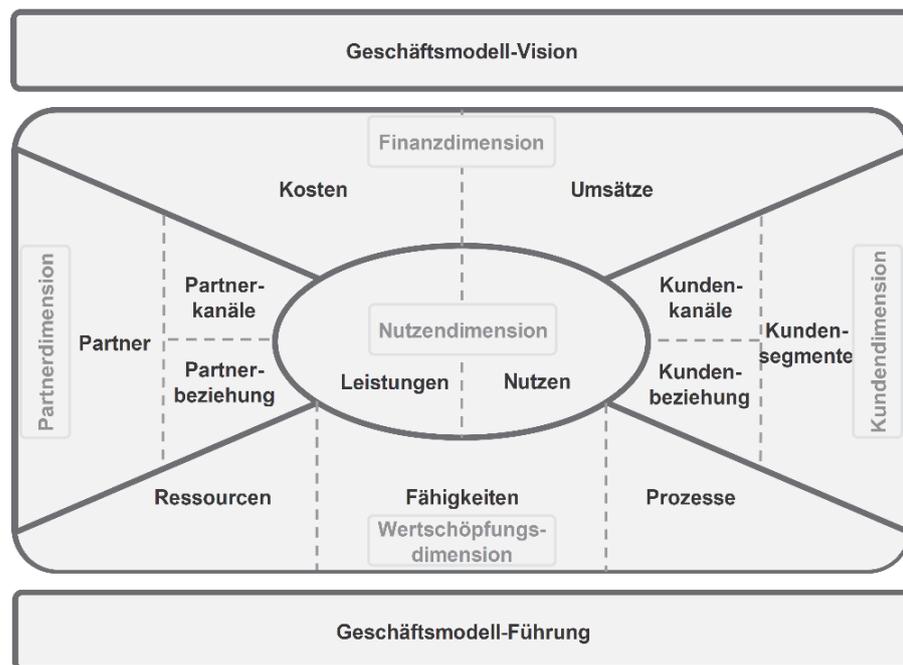


Bild 2.34 Muster für Geschäftsmodell-Dimensionen nach Schallmo⁴⁰⁷

⁴⁰⁵ Vgl. HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 1: Grundlagenrecherche/Kriterienkatalog. Forschungsbericht. S. 42

⁴⁰⁶ Vgl. OSTERWALDER, A.: The Business Model Ontology – A proposition in a design science approach. S. 1 ff

⁴⁰⁷ SCHALLMO, D.: Kompendium Geschäftsmodell-Innovation – Grundlagen, aktuelle Ansätze und Fallbeispiele zur erfolgreichen Geschäftsmodell-Innovation. S. 24

Im Gegensatz dazu definieren *Bieger* und *Reinhold* das Leistungskonzept (Value Proposition), das Wertschöpfungskonzept (Value Creation), die Kanäle (Value Communication and Transfer), das Ertragsmodell (Value Capture), die Wertverteilung (Value Dissemination) und das Entwicklungskonzept (Value Development) als die maßgeblichen Dimensionen in einem Geschäftsmodell.⁴⁰⁸

Gassmann, *Frankenberger* und *Csik* definieren hingegen lediglich die vier Kernelemente Kunde, Nutzenversprechen, Wertschöpfungskette und Ertragsmechanik mit den vier W-Fragen: *Wer sind unsere Zielkunden?*, *Was bieten wir dem Kunden an?*, *Wie stellen wir die Leistung her?* und *Wie wird Wert erzielt?* als die maßgeblichen Dimensionen eines Geschäftsmodells in Form eines magischen Dreiecks an, bei dem der Kunde in der Mitte angeordnet ist.⁴⁰⁹

In Zusammenhang mit Bauunternehmen stellt sich im Zuge einer Geschäftsmodellentwicklung bzw. -anpassung die Frage, welche Erfolgsfaktoren ausschlaggebend sind und welche Einflussgrößen es zusätzlich zum bisherigen Modell zu berücksichtigen gilt. Die Erfolgsfaktoren Unternehmensstrategie, Personal, Kundenorientierung und Kostenstruktur bilden die Basis und gleichzeitig den Ausgangspunkt einer Weiterentwicklung (Vgl. Kap. 2.1.3). Die daraus ableitbaren Schlüsselfaktoren sind in der Geschäftsmodell-Innovation eine wesentliche Kenngröße und entsprechend zu berücksichtigen. Diese vor allem auf die Bauwirtschaft zutreffenden Schlüsselfaktoren⁴¹⁰ werden durch eine große Fertigungstiefe, durch einen hohen Marktanteil, durch eine Spezialisierung auf bestimmte Marktsegmente, durch eine Konzentration auf Kernkompetenzen, durch gezielte Weiterbildungsmaßnahmen der Angestellten und des Führungspersonals, durch die Mitarbeiterzufriedenheit, durch leistungsbezogene Entlohnung, durch betriebswirtschaftliche Faktoren, durch Informationen über den Wettbewerb, durch Vergaben an Subunternehmer durch selbstaus- und weitergebildetes Personal, durch die Motivation und Anreizsysteme sowie durch umfangreiche Kundenzufriedenheitsanalysen abgebildet.⁴¹¹

⁴⁰⁸ Vgl. BIEGER, T.; REINHOLD, S.: Das wertbasierte Geschäftsmodell – Ein aktualisierter Strukturierungsansatz. In: Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis. S. 32 ff

⁴⁰⁹ Vgl. GASSMANN, O.; FRANKENBERGER, K.; CSIK, M.: Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. S. 6

⁴¹⁰ Unter Schlüsselfaktoren sind jene Faktoren zu verstehen, welche eine positive Wirkung auf die Unternehmensentwicklung haben können. Dies wäre bspw. die Fertigungstiefe, der Marktanteil, die Spezialisierung auf bestimmte Segmente, die Konzentration auf Kernmärkte, gezielte Weiterbildungsmaßnahmen für operatives Personal, Mitarbeiterzufriedenheit, leistungsbezogene Entlohnung, Einhaltung von Produktanforderungen, Eigenkapitalquote, Stabilitätskennzahl, Schuldentilgungsdauer, Kenntnisse über Wettbewerb, Subunternehmervergaben, Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, Motivation der Mitarbeiter, Kundenzufriedenheit udgl. Vgl. MAUERHOFER, G.: Erfolgsfaktoren für Klein- und Mittelbetriebe im Bauhauptgewerbe. S. 275

⁴¹¹ Vgl. HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 1: Grundlagenrecherche/Kriterienkatalog. Forschungsbericht. S. 78 ff

Neben diesen Faktoren sind auch die Finanzierung des Unternehmens bzw. der Entwicklung, das zugrunde liegende Erlösmodell, die angestrebte Wertschöpfungstiefe sowie auch das Marketing und die gewählte Gesellschaftsform wesentliche Einflussgrößen in der Geschäftsmodell-Innovation.⁴¹²

Demnach sind die Erfolgsfaktoren neben den Einflüssen globaler Entwicklungen (Megatrends), sowie branchenspezifischen Randbedingungen und bauwirtschaftlicher Schlüsselfaktoren für ein Geschäftsmodell vor allem in der Bauwirtschaft mit großem Potenzial versehen, welches derzeit größtenteils ungenutzt bleibt.⁴¹³ Durch die stetig zunehmend industrielle Entwicklung im Bauwesen werden Mechanismen in Gang gesetzt, welche alternativer Lösungen für Geschäftsmodelle bedürfen, da die bisherigen Strategien mit teils brachenunüblichen Faktoren den Nutzen der Potenziale nicht zulassen.

Die im Vergleich zu anderen zumeist hochtechnisierten Industrien teils konservativ wirkenden Modelle, Strukturen und Prinzipien in den Ausschreibungs-, Vergabe- und Planungsprozessen und den darauf aufbauenden Vertragswerken bedürfen einer Geschäftsmodellrevolution. Den strategischen Herausforderungen, welchen internationale Baukonzerne gegenüberstehen, ebenso wie kleine und mittlere Unternehmen, breit aufgestellte Mittelständler sowie lokal und regional tätige Bauunternehmen und Spezialisten, müssen alle gleichermaßen gewachsen sein. Unabhängig davon, welche traditionelle Vertragskonstellation oder lebenszyklusorientierte Systemleistungsanbieter betroffen sind, können mittels Analysen zu möglichen Geschäftsmodellansätzen gemäß den Dimensionsprinzipien große Chancen bieten, den Unternehmenszweck mit einer Vision zu verstärken, welche aus branchenfremden Bereichen Ansätze in einem neuen Geschäftsmodell-Prototypen zusammenfasst. Die Präzisierung einer fremden Herangehensweise und Anpassung dieser alternativen Strategie an die eigenen Bedürfnisse in Form einer Geschäftsmodell-Innovation bietet vor allem für Bauunternehmen neue Möglichkeiten eines Wettbewerbsvorteils sowie der Erschließung neuer Märkte. Die Ideengewinnung und die daraus ableitbare Visionsentwicklung unter Zuhilfenahme markt- und betriebswirtschaftlicher Analyseinstrumente bedarf eines Konkretisierungsgrades, welcher speziell auf eine Branche, ein Bausystem oder auf ein Unternehmen hin durchgeführt wird, um eine langfristige, gewinnbringende unternehmerische realistische Planung und Umsetzung auf strategischer Ebene zu ermöglichen. Der langfristige Geschäftserfolg hängt von der Integration dieses Prinzips sowie der tatsächlichen Umset-

⁴¹² Vgl. HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 1: Grundlagenrecherche/Kriterienkatalog. Forschungsbericht. S. 60 ff

⁴¹³ Vgl. ZIMMERMANN, J.: Geschäftsprozessmanagement im Bauunternehmen als strategischer Ansatz zur Positionierung am Markt. In: WINGbusiness, Nr.4/50. Jahrgang/Dezember 2017. S. 11 ff

zung bspw. unter Zuhilfenahme von Leitfäden als unterstützende Maßnahme zur Positionierung⁴¹⁴ sowie auch der laufenden Optimierung in allen Bereichen eines Unternehmens ab.^{415, 416}

Die holzbauspezifische Betrachtung des Themas Geschäftsmodelle sowie dessen Weiterentwicklung wird in Kap. 4.2.4 sowie in Kap. 6 differenziert betrachtet.

Die in diesem Abschnitt 2 dargestellten Grundlagen zum Bauprozessmanagement, die begriffliche und thematische Einordnung, sowie die Darstellung der Spezifika im Bereich der Planung, der Ausschreibung und Kalkulation, dem Baubetrieb sowie den Geschäfts- und Unternehmensmodellen bilden die Basis für die Modellbildung in dieser Untersuchung. Dabei werden unter den Randbedingungen des Holzbaus einerseits allgemeine Grundsätze abgeleitet und für den Holzbau adaptiert. Andererseits stellen sie gemeinsam mit den Prinzipien des Industriellen Bauens die Möglichkeiten der Weiterentwicklung in Richtung eines Holzsystembaus unter Einbeziehung industrieller Aspekte dar.

Demnach werden im folgenden Abschnitt 3 die Grundlagen des Industriellen Bauens allgemein dargestellt, um die für den Holzbau wesentlichen Gesichtspunkte in der weiteren Modellbildung einfließen zu lassen.

⁴¹⁴ Vgl. GOTTANKA, C. J.: Positionierung von Bauunternehmen im Markt unter Berücksichtigung von Wertschöpfung und Organisation. S. 1 ff

⁴¹⁵ Vgl. HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 2: Auswahl und Analyse relevanter Geschäftsmodell-Ansätze. Forschungsbericht. S. 36 ff

⁴¹⁶ Vgl. HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 3: Geschäftsmodell-Prototyp und Handlungsempfehlungen. Forschungsbericht. S. 32 ff

3 Grundlagen des Industriellen Bauens

Der Industrielle Holzbau als Kern und gleichzeitiger Ausgangspunkt dieser Untersuchung konnte sich in den letzten beiden Jahrzehnten aufgrund zahlreicher technischer, aber auch marktsituativer Voraussetzungen und Trends hin zu ökologischen Baustoffen sowie prozessbedingter Rahmenbedingungen stetig positiv entwickeln und an Bedeutung gewinnen. Zahlreiche off-site Produktionsprozesse wurden rationalisiert, die baustellenbedingten Randbedingungen fanden bis dato jedoch wenig Beachtung.⁴¹⁷

In diesem Zusammenhang tritt der Denkansatz eines Vorreiters des Industriellen Bauens in den Vordergrund. Der Architekt *Mies van der Rohe*⁴¹⁸ schrieb in seinem Aufsatz im Jahr 1924 in der Zeitschrift *G: Zeitschrift für elementare Gestaltung* folgenden grundsätzlichen, damals wie heute, revolutionären Gedankengang nieder:

*„In der Industrialisierung des Bauwesens sehe ich das Kernproblem des Bauens unserer Zeit. Gelingt es uns, diese Industrialisierung durchzuführen dann werden sich die sozialen, wirtschaftlichen, technischen und auch künstlerischen Fragen leicht lösen lassen. Die Frage, wie die Industrialisierung durchzuführen ist, läßt sich vielleicht dann beantworten, wenn wir festzustellen versuchen, was hier hindernd bisher im Wege stand.“*⁴¹⁹

Dieser Ansatz zeigt den innovativen Gedankengang von damals und die Erkenntnis, dass sich im Bauwesen etwas ändern sollte. *Van der Rohe* schreibt weiters:

*„[...] wer aber bedauern würde, daß das Haus der Zukunft nicht mehr von Bauhandwerkern hergestellt werden kann, möge bedenken, daß auch das Automobil nicht mehr vom Stellmacher erbaut wird.“*⁴²⁰

Übersetzt in unsere Zeit spricht er sich in seinem Traktat vor bereits mehr als 90 Jahren für eine Industrialisierung im Bauwesen aus und fordert von den Unternehmen und Beteiligten ein Umdenken sowohl in der Material-, als auch der Herstellungstechnologie.

In diesem Kapitel werden zunächst die Grundsätze des Industriellen Bauens im Allgemeinen in Form eines geschichtlichen Abrisses dargestellt, welche als Grundlage für den im darauffolgenden Kap. 4 veranschaulichten Industriellen Holzbau herangezogen werden können. Die dabei auftretenden Bezeichnungen und Erfolgsfaktoren in der Umsetzung sowie die

⁴¹⁷ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. S. 1 ff

⁴¹⁸ Der deutsche und später amerikanische Architekt Ludwig Mies van der Rohe (1856 – 1915) ist neben Walter Gropius und Le Corbusier (Vgl. Kap. 3.1.1) zu den Pionieren der modernen Architektur zu zählen. Seine Werke zeichnen sich vor allem dadurch aus, als er bestrebt ist, optimiert mit dem eingesetzten Material zu arbeiten und gleichzeitig eine großzügige Grundrissgestaltung zuzulassen. Vgl. FRAMPTON, K.: Die Architektur der Moderne. S. 140 ff

⁴¹⁹ Vgl. VAN DER ROHE, L. M.: Industrielles Bauen. In: G. Zeitschrift für elementare Gestaltung, no 3, June/1924. S. 18-20

⁴²⁰ Vgl. VAN DER ROHE, L. M.: Industrielles Bauen. In: G. Zeitschrift für elementare Gestaltung, no 3, June/1924. S. 18-20

zugrunde liegenden Technologien in den unterschiedlichen Einsatzbereichen bilden die Basis für die Betrachtung der Entwicklung der Industrialisierung im Holzbau. Begriffe, wie Systembau, Modularität und Lean Construction stehen im zentralen Blickfeld dieser Untersuchung. Die Industrialisierung der Bauprozesse im Rahmen des Industriellen Bauens mit dem Baustoff Holz stellt eine wesentliche Herausforderung für die künftige Entwicklung des Holzbaus dar, welche aber gleichzeitig bei Nutzung der Möglichkeiten auch große Chancen bieten kann. Dabei gilt es, einerseits das Thema Industrialisierung und Rationalisierung von Prozessen speziell im Holzbau weiter zu entwickeln und in die täglichen Abläufe auf der Baustelle zu integrieren. Andererseits wird das Thema der Vorfertigung künftig noch weiter im Fokus der Fertigungsprozesse stehen, um die Vorgaben an eine optimierte Produktion auch auf allen Ebenen des Bauens und in den einzelnen Gewerken realistisch umsetzen zu können.

3.1 Grundsätze des Industriellen Bauens

Industrielles Bauen und die Möglichkeiten, welche durch Systematisierung und Rationalisierung einzelner Prozesse entstehen, was sie einschränkt und wodurch sie erst ermöglicht werden, stehen seit mehreren Jahrzehnten im Fokus der menschlichen Betrachtungen.⁴²¹ Das Thema der Effizienz von Abläufen, der Reduktion von witterungsbedingten Randbedingungen für Bauprozesse und die Umstände, welche eine auf eine temporäre Baustelle ausgelagerte Produktion mit sich bringt, bestimmen die Erfolgsfaktoren und somit die Kostenstruktur von Bauweisen und -systemen, welche nach wie vor die wesentlichste Entscheidungsgrundlage eines Bauprojektes darstellt.⁴²² Um die technologischen Chancen einer Industrialisierung auch im Bauwesen nutzen zu können, gilt es, die zugrunde liegenden Systeme und Prozesse, welche das Bauwesen hauptsächlich charakterisieren, zu analysieren und von Grund auf neu zu denken. Andererseits sind besonders die Spezifika der Prozesse aus anderen, zumeist stationären und großteils hoch entwickelten Industrien, insoweit anzupassen und zu integrieren, damit durch die Adaptierung dieser Prozesse eine Rationalisierung und Systematisierung im Bauwesen ermöglicht wird.⁴²³

3.1.1 Industrialisierung im Bauwesen – geschichtlicher Abriss

Das Thema der Industrialisierung des Bauwesens geht einher mit den technologischen Entwicklungen sowie der akuten Wohnungsnot nach den beiden Weltkriegen. Des Weiteren bilden vor allem die technischen Möglichkeiten den Ausgangspunkt der Entwicklung, welche es durch die serielle Vorfertigung von einzelnen Bau- und Konstruktionslementen den Planern, Ausführenden und Bauherren erlauben, immer wieder neue Ansätze der industriellen Produktion in die Bauprozesse zu integrieren.^{424, 425}

Die Anfänge der (industriellen) Vorfertigung und Standardisierung reichen allerdings bis zu den Ursprüngen des Bauens durch den Menschen zurück. Vor Jahrtausenden wurden durch Nomadenvölker aufgrund ihres immer wieder auftretenden Ortswechsels bereits einfache vorkonfektionierte

⁴²¹ Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 4

⁴²² Vgl. KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau. In: bauaktuell, Nr. 3/6. Jahrgang/Mai 2015. S. 101

⁴²³ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. S. 1 ff

⁴²⁴ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau. In: bauaktuell, Nr. 3/6. Jahrgang/Mai 2015. S. 101

⁴²⁵ Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 1ff

Stäbe zum Bau ihrer großteils demontierbaren Zelte und Jurten eingesetzt.⁴²⁶ Die antiken römischen und griechischen Tempel wurden aus monolithischen Steinsäulen und Säulenelementen aus Naturstein erbaut, welche oft mehrere tausend Kilometer entfernt vorfabriziert wurden.⁴²⁷ Zusätzlich zu den monolithischen Säulen wurden vor allem im antiken Griechenland großformatige Natursteine, welche in oftmals größerer Distanz zum eigentlichen Einsatzort (vor-)bearbeitet wurden und auf der Baustelle mit einer Art Metalldübel in den Konstruktionen verbunden wurden, eingesetzt.⁴²⁸ Mit der Entwicklung des Ziegels entstand bereits um ca. 4.000 v. Chr. erstmals ein künstlicher und standardisierter Bauteil, mit welchem in Massen produziert, einzelne Gebäude und ganze Stadtteile mit industrialisierten Bauelementen erbaut werden konnten.^{429, 430} Die Kleinteiligkeit, die Abmessungen sowie die Form dieser Ziegel richtete sich dabei im Wesentlichen nach dem Einbauort, wodurch eine Art der flexiblen Gestaltung bei gleicher Basis erreicht werden konnte.

Im Mittelalter wurde dieses Prinzip der off-site Vorfertigung auch für Holzkonstruktionen eingesetzt, da es bei der Errichtung der Fachwerkhäuser in den Städten oftmals aus Platzgründen nicht möglich war, die Bauteile direkt auf der Baustelle zusammen zu fügen. Dies geschah auf speziellen Abbundplätzen⁴³¹ außerhalb der Stadt.⁴³²

Die Standardisierung einzelner Bauteile reicht bis ins Zeitalter der chinesischen Klassik ab dem 5. Jahrhundert v. Chr. zurück. Das bedeutendste Beispiel dafür ist die Verbotene Stadt in Peking mit den größten Holzhallen des Landes und einer Vielzahl von Palästen.⁴³³ Des Weiteren sei an dieser Stelle noch auf den römischen Ingenieur und Architekten *Vitruvius* (voller Name: *Marcus Vitruvius Pollio*) verwiesen, der in seinem Buch *De architectura libri decem* (frei übersetzt: Zehn Bücher über Architektur) bereits die Grundlagen der Standardisierung, ausgehend aus seiner persönlichen Erfahrung heraus, beschrieben hat und den damaligen Wissensstand des Architektur- und Bauingenieurwesens abbildete.⁴³⁴

⁴²⁶ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 14

⁴²⁷ Vgl. SCHNITTICH, C.: Editorial. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Vorfertigung, 6/2012. S. 586

⁴²⁸ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 14

⁴²⁹ Vgl. GAMERITH, H.: Die Stückgutbauweise – Mauerwerksbau. S. 1.1

⁴³⁰ Vgl. SCHLÖGELMANN, K.: Konstruktiver Mauerwerksbau. S. 5

⁴³¹ Unter Abbund wird im Holzbau das Anreißen gemäß der vorgegebenen Maße, die Bearbeitung, das Zusammenpassen und die Kennzeichnung von Holz zur Herstellung von Bauteilen und Tragwerken verstanden. Vgl. MÖNCK, W.: Zimmererarbeiten. S. 427

⁴³² Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 14

⁴³³ Vgl. KALTENBACH, F.: Von der Tradition zur Touristenattraktion – Vorfertigung im Holzbau der Dong. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Vorfertigung, 6/2012. S. 594

⁴³⁴ ROSE, V.; MÜLLER-STÜBING, H.: Vitruvii – De architectura libri decem. S. 1ff

Im Rahmen der Besiedlung Nordamerikas durch Großbritannien, Frankreich, Niederlande u.a. in den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts kam es auch durch das flächendeckende Vorhandensein des Rohstoffes Holz zur verstärkten Nachfrage nach leicht transportierbaren Gebäuden bzw. Häusern. Dies äußerte sich in einfachen, leicht montierbaren, teils bis heute eingesetzten seriellen Konstruktionen und führte zu einem großen Aufschwung des Holzbaus, vor allem in Nordamerika (USA), aber auch in den zu dieser Zeit stark expandierenden Kolonien Kanada, Australien, Neuseeland und auch Afrika.⁴³⁵ Die einzelnen Bauteile wurden dabei vorwiegend in England weitestgehend vorkonfektioniert und mittels Schiffstransport in die Kolonien gebracht. Es zeigte sich jedoch, dass eine Systematisierung der Häuser bzw. Hausbausysteme zwar hilfreich war, die Bauwerke selbst jedoch lediglich mittels Fachkräften – zumeist gelernten Zimmerleuten aus Europa – aufgestellt bzw. montiert werden konnten.⁴³⁶

Dies zog nach sich, dass im Jahr 1830 der Londoner Zimmermeister und Baumeister („carpenter“ und „builder“) *Manning* damit begann, ein „portabel colonial cottage“, also ein Haus zu bewerben, welches wiederholt demontierbar und transportierbar sei. Die Zielgruppe waren die Auswanderer in der Swan River Colony in Western Australia, dem heutigen Perth, wohin auch sein Sohn emigrierte und das erste Gebäude dieser Art errichtete. Das Gebäude sollte gemäß seinen Angaben in der Werbebroschüre innerhalb weniger Stunden nach der Landung in der Kolonie mit Fenstern, verglasten Türen und fertig gestrichen in einem guten und sicheren Zustand einfach errichtet werden können. Das Konzept war so erfolgreich, dass das *Manning Cottage* (Bild 3.1) innerhalb weniger Jahre zum Verkaufsschlager wurde und selbst im Vokabular der Kolonialbürger, nicht zuletzt aufgrund des großflächigen Einsatzes als Militärunterkünfte und -lager, Einzug hielt. Es gilt somit als Prototyp des vorgefertigten Hauses.^{437, 438, 439}

⁴³⁵ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 16

⁴³⁶ Vgl. SMITH, R.: Prefab Architecture – a guide to modular design and construction. S. 1.1 ff

⁴³⁷ Vgl. SMITH, R.: Prefab Architecture – a guide to modular design and construction. S. 1.1.1 ff

⁴³⁸ Vgl. DAVIES, C.: The Prefabricated Home. S. 48

⁴³⁹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 17

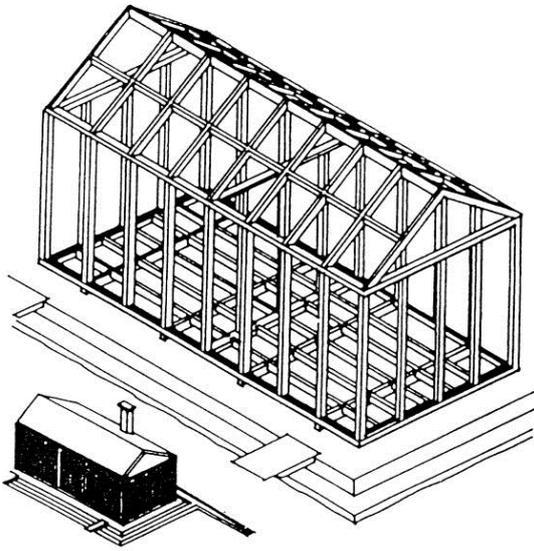


Bild 3.1 Manning (Portabel Colonial) Cottage (~1830) ⁴⁴⁰

Durch das sich zu dieser Zeit stark entwickelnde Eisenbahnnetz in England und den Kolonialstaaten konnte der Transport und somit der Vertrieb weiter forciert werden. Es führte sogar soweit, dass Ende des 19. Jahrhunderts in den britischen Kolonien ganze Städte unter Zuhilfenahme dieser Form der Bauweise errichtet wurden.⁴⁴¹

Mit dem Beginn der industriellen Revolution in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde schließlich Eisen in großen Mengen und höheren Qualitäten verfügbar. Durch die besseren Verarbeitungstechnologien konnte im Laufe der Jahre der Baustoff Stahl den Einzug ins Bauwesen als eine der maßgeblichsten Baumaterialien finden.⁴⁴²

Die Errichtung von weitgespannten teils temporären Tragkonstruktionen wurde mit neuartigen Systemen und Baukonzepten realisiert, welche in der Fabrik vorgefertigte, gleiche oder ähnliche Elemente beinhalteten.⁴⁴³ Das wohl bekannteste Beispiel stellt der *Crystal Palace* (Kristallpalast) Paxton dar (Bild 3.2), welcher anlässlich der Weltausstellung in London im Jahr 1852 errichtet wurden. Dieses für die damaligen technischen Möglichkeiten eindrucksvolle Beispiel eines vorgefertigten Bausystems wird in der einschlägigen Literatur oftmals als erstes, gänzlich industriell hergestelltes Gebäude angeführt. Trotz der Komponentenfertigung im Werk

⁴⁴⁰ SMITH, R.: Prefab Architecture – a guide to modular design and construction. S. 1.1.1

⁴⁴¹ Vgl. HANNEMANN, C.: DIE PLATTE – Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. S. 32 ff

⁴⁴² Vgl. ZILCH, K.; DIEDERICH, C. J.; KATZENBACH, R.: Handbuch für Bauingenieure. S. 3,42 ff

⁴⁴³ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 19

wurde die Standardisierung jedoch auf das einzelne Projekt bezogen, so dass eine Kompatibilität mit anderen Bauvorhaben zumeist nicht gegeben war.⁴⁴⁴



Bild 3.2 Kristallpalast im Hyde Park – Weltausstellung im Jahr 1851 ⁴⁴⁵

Mit dem Einzug von Stahl im Bauwesen, welcher nicht nur in Europa, sondern auch in den USA einen breiten Siegeszug vor allem im Hochhausbau antrat, gewannen auch erstmalig Beton und, in Kombination mit Stahl, der Stahlbeton erheblich an Bedeutung. Dies ermöglichte das Bauen mit einem sehr leistungsfähigen Material in vorwiegend monolithischer Bauweise mit hoher Stabilität. Im Jahr 1891 konnte schließlich in Frankreich erstmals durch den französischen Betonunternehmer *Coignet* die erste vorgefertigte Raumzelle aus Beton für die französischen Staatsbahnen als Bahnwärterhäuschen produziert werden.⁴⁴⁶

Die technischen Errungenschaften während der industriellen Revolution – und an dieser Stelle vor allem die stationäre Massenproduktion der US-amerikanischen Automobilbranche, welche sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts vom nordamerikanischen Kontinent nach Europa ausbreitete, veränderten die Produktionssysteme entscheidend und ließen erstmalig eine serielle industrielle Bauweise mit noch nie dagewesener Technologie zu. Die witterungsunabhängige Vorfertigung im Werk ermöglichte im Hinblick auf Qualität, Produktion und architektonische Formgebung gänzlich neue Maßstäbe.⁴⁴⁷ Die Architekten des industriellen Zeitalters wurden so

⁴⁴⁴ Vgl. HANNEMANN, C.: DIE PLATTE – Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. S. 32 ff

⁴⁴⁵ <https://www.detail.de/artikel/kristallpalast-revived-architektenwettbewerb-in-london-11782/>. Datum des Zugriffs: 25. August 2017

⁴⁴⁶ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 22

⁴⁴⁷ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau. In: bauaktuell, Nr. 3/6. Jahrgang/Mai 2015. S. 101

mit wesentlich durch die simplen Konstruktionen der schlichten Industrieprodukte geprägt. Dies äußerte sich auch in den neuen Möglichkeiten der Fertigung sowie einer weitreichenden Standardisierung und raschen Produktion von Gebäuden. Den Prinzipien einer Standardisierung aus der Automobilbranche folgend, entwickelten in der frühen Moderne⁴⁴⁸ federführend die Architekten *Gropius*⁴⁴⁹, *van der Rohe*⁴⁵⁰ und *Le Corbusier*⁴⁵¹ sowie auch zahlreiche Ingenieure der damaligen Zeit neuartige Bauverfahren und -systeme, und formten gemeinsam die Basis für eine systematische Fabrikation von seriellen (Industrie-)Gütern und Bauwerken. Die Mehrzahl der führenden Architekten der 1920er Jahre bekräftigte ebenso wie die genannten Pioniere dieser Epoche ihre Forderung nach einer grundsätzlichen Erneuerung der Architektur, welche sich vor allem durch eine stärkere Einbeziehung der technischen Möglichkeiten und Entwicklungen äußern sollte.⁴⁵² Die immer größer werdende Wohnungsnot ab dem Ende des 1. Weltkrieges bis nach der Weltwirtschaftskrise im Jahr 1929 forderte eine rasche Realisierung von standardisierten Gebäuden, welche sich mittels serieller Vorfertigung von Wand- und Deckenbauteilen und teilweise bereits ganzen Raumzellen in den Fabriken ermöglichen ließ.⁴⁵³ Standardisierte Module sollten dabei nicht nur für den Massenvohnbau, sondern auch für den Bereich des Einfamilienhausbaus zur Reduktion der Errichtungskosten entwickelt und umgesetzt werden. In England und Nordamerika übernahm dabei die Rüstungsindustrie aufgrund der frei gewordenen Kapazitäten die Industrialisierung des Bauwesens, was sich in seriellen Produktionen, teils unabhängig vom Baustoff und Bausystem darstellte. Um dem Anspruch der Individualität gerecht zu werden, wurde die Aufmerksamkeit speziell auf die Wahl des Bausystems gelegt. Dabei galt die Skelettbauweise als jene Bauweise mit der größten Vorfertigungsmöglichkeit einerseits und der höchst möglichen Individualität andererseits.

⁴⁴⁸ In der Architekturgeschichte wird die Moderne zeitlich ab der Mitte des 19. Jahrhunderts eingestuft und beinhaltet aufgrund der sich stark ändernden gesellschaftlichen Situation die Forderung neben der Nutzung neuer Techniken und Materialien auch leistbaren Wohnraum zu schaffen. Vgl. KLOTZ, H.: *Moderne und Postmoderne*. S. 1 ff

⁴⁴⁹ Der deutsche Architekt Walter Gropius (1883 – 1969) gilt als ein der Begründer des Bauhauses, welches als Kunsthochschule in Deutschland erstmalig das Handwerk neben der Kunst in der Ausbildung mitaufnahm. Die Arbeiten des Pioniers der modernen Architektur sind vor allem durch den Grad des industrialisierten und normierten Bauens geprägt. Vgl. FIEDLER, J.: *Bauhaus*. S. 1 ff

⁴⁵⁰ Vgl. Kap. 2.5.1

⁴⁵¹ Der schweizerisch-französische Architekt und Stadtplaner Le Corbusier (1887 – 1965), mit dem eigentlichen Namen Charles-Édouard Jeanneret-Gris, trat für die radikale Veränderung der Architektur und Formensprache durch die Zuhilfenahme der damaligen technischen Möglichkeiten ein und gilt als einer der bedeutendsten Architekten des 20. Jahrhunderts. Im Jahr 1914 entwickelte Le Corbusier gemeinsam mit dem Ingenieur Max du Bois ein in Serienfertigung hergestelltes Gebäude in Stahlskelettbauweise und patentierte diesen Prototypen. Vgl. JOEDICKE, J.: *Architekturgeschichte des 20. Jahrhunderts*. S. 26 ff

⁴⁵² Vgl. KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: *Industrielles Bauen mit Holz – baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau*. In: *Tagungsband 2. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2015 – Bauwirtschaftliche Optimierungsansätze im Holzbau*. S. 13

⁴⁵³ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: *Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien*. S. 23 ff

Ein Beispiel hierfür ist im *Dom-Ino-Haus* von *Le Corbusier* (Bild 3.3) aus dem Jahr 1914 zu finden, welches als standardisierter vorgefertigter Stahlbetonskelettbau mit flexibler Grundrissgestaltung und nachträglicher Erweiterbarkeit realisiert wurde.⁴⁵⁴

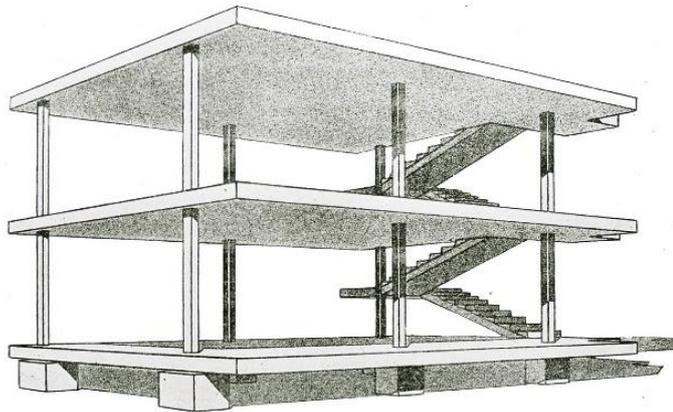


Bild 3.3 Prinzip des *Dom-Ino-Hauses* von *Le Corbusier* (1914)⁴⁵⁵

Die Weltwirtschaftskrise im Jahr 1929 verstärkte die Bedeutung des Industriellen Bauens, welche sich im Einfamilienhausbau ebenso wieder spiegelte, wie in der Errichtung von Hochhäusern aus gänzlich vorgefertigten Stahlskeletttragwerken.⁴⁵⁶

Vor und während des 2. Weltkrieges kam es zu erhöhtem Bedarf an Stahl für die Rüstungsindustrie, mit der Folge, dass der industriell vorgefertigte klassische mehrgeschossige Wohnungsbau nunmehr aus massivem Stahlbeton in Form von Plattenbauten zahlreich und europaweit unisono errichtet wurden. In den USA erreichte der Stahlbau zur selben Zeit hingegen vor allem in der industriellen Vorfertigung für den Hochhausbau seine Blütezeit.⁴⁵⁷

Das Wirtschaftswunder in den USA – angeführt durch die Automobilindustrie – begründete sich mit den von *Taylor*⁴⁵⁸ neu entwickelten und von

⁴⁵⁴ Vgl. ROTH, C.; AL., e.: *fertighauscity5+* – Typologische und technische Untersuchung zu mehrgeschossigen Holzbauweisen. Forschungsbericht – Forschungsinitiative Zukunft Bau. S. 106 ff

⁴⁵⁵ <http://jeanneret.blogspot.co.at/2013/09/open-floor-plan-system-domino-frame.html>. Datum des Zugriffs: 25. August 2017

⁴⁵⁶ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: *Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien*. S. 26

⁴⁵⁷ Vgl. HANNEMANN, C.: *DIE PLATTE – Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR*. S. 35

⁴⁵⁸ Der amerikanische Ingenieur Frederick Winslow Taylor (1856 – 1915) gilt als Begründer des Taylorismus, welches als Prinzip verstanden wird, unterschiedliche Arbeitsabläufe durch die Einführung einer Prozesssteuerung weiter zu optimieren. Er verwendete Zeit- und Bewegungsstudien (REFA) zur Analyse und leitete daraus Möglichkeiten der Produktivitätssteigerung ab. Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/taylorismus/taylorismus.htm>. Datum des Zugriffs: 12. November 2017

Ford⁴⁵⁹ im Jahr 1913 in der Automobilindustrie erstmalig breitenwirksam umgesetzten Produktionsmethoden. Diese bildeten auch die für die Architektur und Bauindustrie zunehmend wichtiger werdende Basis für Effizienzsteigerung durch die Unterordnung der menschlichen Arbeitskraft unter die maschinelle Fließbandproduktion.⁴⁶⁰ Während des 2. Weltkrieges wurden diese zugrundeliegenden Prinzipien von Neufert⁴⁶¹ wiederum aufgenommen und weiterverfolgt. Dies zeigt sich in der von ihm entwickelten Bauentwurfslehre⁴⁶², welche die Normierung und Standardisierung der gesamten Palette des Bauens beinhaltet und für die Architekten und Fachplaner von heute einen international anerkannten essenziellen Bestandteil der Planung darstellt. Neufert normierte darin nicht nur einzelne Bauteile, sondern entwickelte systematisierte Typengrundrisse für unterschiedliche Nutzungsanforderungen, was zusammen mit einer Baustellenproduktion wie am Fließband in der Architekturtheorie auch als *Fordismus*⁴⁶³ bezeichnet wird.⁴⁶⁴

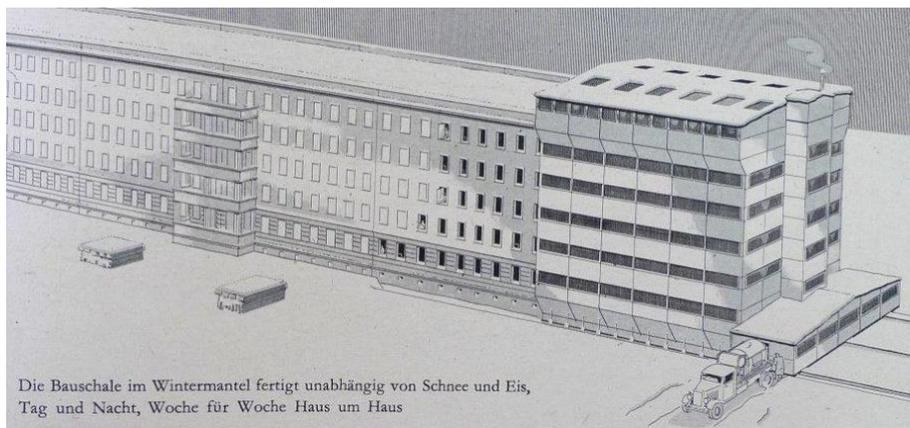


Bild 3.4 Prinzip der *Hausbaumaschine* von Neufert (1943)⁴⁶⁵

⁴⁵⁹ Der Amerikaner Henry Ford (1863 – 1947) entwickelte und optimierte in seinem Automobilunternehmen Ford Company das Thema der Fließbandfertigung als neues Konzept für die Massenproduktion. Seine fortschrittlichen Ideen und Konzepte hatten wesentlichen Einfluss auf die gesamte industrielle Produktion und auch auf die Gesellschaft. Die Produktion seines Modells T gilt als bahnbrechend in der Produktions- und Fließbandentwicklung. Vgl. <http://www.henryford.net/deutsch/biografie.html>. Datum des Zugriffs: 14.November.2017

⁴⁶⁰ Vgl. HANNEMANN, C.: DIE PLATTE – Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. S. 38 ff

⁴⁶¹ Vgl. Der deutsche Architekt Ernst Neufert (1900 – 1986) wurde als Normenlehrer und Systematiker bekannt und gilt als Vertreter der Prinzipien funktionalistischer Architektur. Neufert wurde vor allem durch seine bis heute gültige Bauentwurfslehre populär, welche am internationalen Fachbuchmarkt nach wie vor als eines jener Standardwerke in der Architektur Anwendung findet und dabei die wesentlichsten Grundlagen systematischer Ordnungen sowie konstruktive, funktionale und ästhetische Prinzipien weltweit Gültigkeit hat. Vgl. https://www.architektur.tu-darmstadt.de/forschen/promotionen/habilitationen_laufend/habilitationen_laufend_details_5696.de.jsp. Datum des Zugriffs: 14.November.2017 bzw. Vgl. NEUFERT, E.; KISTER, J.: Neufert – Bauentwurfslehre. S. 1 ff

⁴⁶² Vgl. NEUFERT, E.; KISTER, J.: Neufert – Bauentwurfslehre. S. 1ff

⁴⁶³ Unter Fordismus wird die auf H. Ford zurückgehende Produktionstheorie verstanden. Merkmale der Massenproduktion am Fließband mit hoher Standardisierung und großer Fertigungstiefe für Massenkonsumgüter. Die Architektur ließ sich davon ebenso leiten, die rationale Typologie im Städtebau sowie deren Herstellung folgte ähnlichen Mustern. Vgl. SCHRÖTELER-VON BRANDT, H.: Stadtbau- und Stadtplanungsgeschichte. S. 189

⁴⁶⁴ Vgl. HANNEMANN, C.: DIE PLATTE – Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. S. 45

⁴⁶⁵ <https://niepokoje.wordpress.com/2014/09/23/maszyna-do-budowania/>. Datum des Zugriffs: 25.August.2017

Letztlich gipfelte sein Grundgedanke in der Konzeptionierung der *Hausbaumaschine* im Jahr 1943, welche Häuser wie am Fließband, aber auch auf der Baustelle produzieren und damit den damaligen Bauablauf wesentlich rationalisieren sollte (Bild 3.4). Diese Form der On-site Produktion von Gebäuden konnte trotz zahlreicher Versuche bis heute nicht in die Realität für die Massenproduktion von Gebäuden integriert werden.

Nichts desto trotz gab es eine stetige Weiterentwicklung des Industriellen Bauens. Nach dem Ende des 2. Weltkrieges herrschte überall in Europa große Armut und riesige Wohnungsnot. Es lag an den politischen Entscheidungsträgern, den Wiederaufbau der völlig zerstörten Städte vor allem in Deutschland und Österreich rasch voranzutreiben und den Wirtschaftsmotor durch eine erhebliche Wohnbauoffensive anzukurbeln. Seitens der öffentlichen Hand wurden zu dieser Zeit große Beträge in den sozialen Wohnungsbau gesteckt, um den Wiederaufbau zu ermöglichen.⁴⁶⁶

Zunächst orientierten sich die Planer am bautechnischen Stand und den Entwurfsprinzipien der Vorkriegszeit. Bald wurde jedoch erkannt, dass es wesentlich ist, veränderte Konzepte vor allem in städtebaulichen Belangen zu entwickeln, um den Anforderungen dieser Zeit gerecht zu werden. Der Wirtschaftsmotor begann zu laufen, es wurden zahlreiche Wohnungen, aber vor allem auch öffentliche Bauten in Form von Schulen, Universitäten und Krankenhäusern errichtet. Diese Zeit der Hochkonjunktur wurde durch die Rezession in den Jahren 1964 – 67 unterbrochen, obwohl Kapazitätsengpässe sowie ein Nachfrageüberhang vorlagen. Die Preise der damaligen Zeit stiegen rasant, was leistbaren Wohnraum schwer ermöglichte.⁴⁶⁷

Gegen Ende der 1950er Jahre wurde durch den Architekten Konrad Wachsmann⁴⁶⁸ erkannt, dass die Maschinen der damaligen Zeit bereits das Bauen bestimmen bzw. künftig verstärkt beeinflussen werden. Dies bedingt aber die Anpassbarkeit der Architektur an technische Vorgaben, was einer individuellen Gestaltung gänzlich entgegensteht.⁴⁶⁹

Im Jahr 1973 wurde in der *Enquete über die Bauwirtschaft*⁴⁷⁰ eine gezielte Förderung industrieller Baumethoden als Lösungsweg propagiert

⁴⁶⁶ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 64 ff

⁴⁶⁷ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 78

⁴⁶⁸ Der deutsche und später nach Amerika emigrierte Architekt Konrad Wachsmann (1901 – 1980) wird auch als Pionier des seriellen Bauens angesehen. Er verstand die Prinzipien der Moderne nicht in der Formensprache, sondern bezog sie ausschließlich auf die Konstruktion, wobei diese vornehmlich dem Stand der maschinellen Fertigung entsprechen sollte. Seine Bauwerke wurden daher maßgeblich von den Fertigungsmöglichkeiten der damaligen Zeit geprägt. Vgl. FRAMPTON, K.: Die Architektur der Moderne. S. 30 ff

⁴⁶⁹ Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung – Hightech und Handarbeit. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Vorfertigung, 6/2012. S. 589 ff

⁴⁷⁰ Vgl. KIMER, W. et al.: Enquete über die Bauwirtschaft. S. 1 ff

und vorgegeben. Dies kann auch als wesentlicher Schritt in der Weiterentwicklung der Fertigteilindustrie verstanden werden, denn es sollten durch die Standardisierung und Maßkoordination von Konstruktionsteilen und Systemen Impulse für die technische Weiterentwicklung und zur wirtschaftlichen Optimierung vorangetrieben werden.⁴⁷¹

Die Lösung der technischen und fertigungsbedingten Probleme sowie der rasch und kostengünstig zu errichtende Wohnbau nach dem 2. Weltkrieg lag in der Weiterentwicklung der Betonfertigteilbauweise. Anfang bzw. Mitte der 1960er Jahre setzte die Entwicklung der Großplattenbauweise bzw. die Herstellung von Betonskelettstrukturen mit etwas Verspätung gegenüber Frankreich, Schweden und Dänemark auch in Deutschland ein, bei welcher vorgefertigte Bauteile aus Beton auf die Baustelle transportiert und dort lediglich montiert wurden.⁴⁷² Die schweren Bauteile bedurften auch einer erheblichen Entwicklung in der Krantechnologie in Form der damals neu entwickelten Turmdrehkräne, welche die bisher weit verbreiteten Lastaufzüge größtenteils ersetzten.⁴⁷³ Der Systembau dieser Zeit brachte bis in die späten 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts größtenteils monotone, dafür kostengünstige Wohnbauten mit sich, welche in Massen quer durch Europa in Form der Plattenbauten flächendeckend Anwendung im sozialen Wohnbau fanden. Die Industrialisierung des Baustoffes Beton in Form von Halbfertigteilen und Fertigteilen förderte diese Entwicklung des gleichförmig wirkenden, wenig individuellen Systembaus und gipfelte in der Massenapplication in Form der Plattenbauten der damaligen DDR bzw. des gesamten ehemaligen Ostblocks bis in die späten 1980er Jahre.⁴⁷⁴ Ganze Vororte und Trabantenstädte wurden mit einheitlichen Siedlungen in Form eines großen Bauvolumens realisiert. Diese Bauwerke sind bis heute in Großstädten flächendeckend anzutreffen.

Die Forderungen der Architekten aus den späten 20er Jahren des 20. Jahrhunderts, moderne Architektur in Form bautechnischer Lösungen zu forcieren, wurde in den 1960er und 1970er Jahren hauptsächlich durch produktionsorientierte Entwicklungen in der Gestaltung beeinflusst.^{475, 476} In diesem Zeitraum begann auch die Entwicklung und Errichtung erster Fertigteilhäuser aus Holz, welche einen großen Aufschwung im Einfamilienhausbau zuließen (Vgl. Kap. 4.1.1.5).

Nach dem großflächigen Einsatz des Baustoffes Beton in Plattenbauten wandelt sich mittlerweile das Bild neuerlich und die Fertigungsmöglichkeiten, welche heutzutage mittels 3D-Planung und computergestützter Fertigung (CNC) sowie teils mittels Robotertechnologie und 3D-Druckern

⁴⁷¹ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 79

⁴⁷² Vgl. TESTA, C.: Die Industrialisierung des Bauens. S. 65 ff

⁴⁷³ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 92

⁴⁷⁴ Vgl. HANNEMANN, C.: DIE PLATTE – Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. S. 45 ff

⁴⁷⁵ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 95

⁴⁷⁶ Vgl. SCHREIBMAYER, P.: Architektur aus der Fabrik. S. 1 ff

(CAM) möglich werden, haben ein breites Anwendungsspektrum bei gleichzeitig zumindest großzügig wirkender Individualität erreicht. Diese zurzeit erkennbaren Tendenzen werden sich weiter fortsetzen und durch die stetig voranschreitende Materialtechnologie sowie den Zuwachs an Verarbeitungskapazitäten und industriellen Möglichkeiten das Bauwesen sowie dessen Formgebung weiterhin stark beeinflussen. Die Nutzung möglicher Technologien sowie die individuelle Ausgestaltung der Oberfläche bei gleichen bzw. ähnlichen seriellen Konzepten im Detail birgt erhebliche fertigungstechnologische Chancen, welche es zu nutzen gilt, ohne dabei auf individuelle Wünsche der Nutzer sowie Ansprüche der Architektur zu verzichten. Diese Gratwanderung ist neben der Implementierung parametrischer Entwurfs- und Planungskonzepte ebenso wie der weiteren Industrialisierung und Digitalisierung auf der Baustelle als große Herausforderung des künftigen Industriellen Bauens anzusehen.

3.1.2 Grundlagen und Begriffe des Industriellen Bauens

Das Thema Industrielles Bauen weist aufgrund der zahlreichen Randbedingungen und Schnittstellen sowie den sich aufgrund des bei Bauprojekten bestehenden Unikat-Charakters große Komplexität auf. In diesem Zusammenhang werden zahlreiche Definitionen in teils unterschiedlicher Weise verwendet und verstanden. Um in der weiteren Untersuchung von denselben Grundlagen ausgehen zu können, werden im Folgenden die grundsätzlichen Begriffe im Zusammenhang mit dem Industriellen Bauen definiert.

3.1.2.1 Industrielles Bauen

Der Begriff *Industrielles Bauen* bezeichnet die Produktion von Bauteilen anhand industrieller Methoden.⁴⁷⁷ Dies umfasst damit die „*Rationalisierung von Arbeitsprozessen zur Erreichung von Kosteneffizienz, höherer Produktivität und Qualität.*“⁴⁷⁸ Manuelle Arbeiten und wiederkehrende Abläufe sollen durch automatisierte Prozesse abgelöst werden.^{479, 480} Industrielles Bauen definiert sich somit „[...] als ein Bauen nach einer gemeinsamen industriellen Methodik, die sich kennzeichnet durch Arbeitsteilung, Spezialisierung, Mechanisierung und Rationalisierung der Produktion.“⁴⁸¹ Im soziokulturellen Sinn wird mit dem Begriff Industrielles Bauen „[...] ein Bauen mit

⁴⁷⁷ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 41

⁴⁷⁸ GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529

⁴⁷⁹ Vgl. GIRMSCHIED, G.; SCHEUBLIN, F.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. In: CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction. S. 31

⁴⁸⁰ Vgl. BÄRTHEL, J.: Industrielles Bauen – Leitfaden für KMU-Geschäftsführer. S. 1 ff

⁴⁸¹ MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 42

*Methoden und Mitteln, die dem derzeitigen oder zukünftigen technologischen, wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungsstand entsprechen“*⁴⁸² beschrieben.

Unter dem Begriff Industrielles Bauen ist für die weitere Betrachtung folgendes zu verstehen:

Industrielles Bauen ist ein spezialisiertes, rationelles, durch optimierte und industrialisierte Produktionsprozesse geprägtes kosteneffizientes Bauen mit hoher Präzision durch Automatisierung und Mechanisierung der Arbeitsabläufe zur Erreichung größtmöglicher Qualität und Produktivität.^{483, 484}

3.1.2.2 Industrialisierung im Bauwesen

Unter diesem Sammel-Begriff werden all jene Bereiche zusammengefasst, welche „[...] das Bauen unter Anwendung industrieller Arbeitsmethoden, Verfahren und Organisationsformen in Bezug auf die Planung, die Entwicklung, die Herstellung und das Produkt“⁴⁸⁵ beinhalten. Es zeigt sich somit, dass eine Industrialisierung im Bauen nicht nur die Bereiche der klassischen Bau-Produktion – unabhängig vom Standort – umfasst. Es beinhaltet hingegen eine ganzheitliche Sichtweise von der Planung beginnend, über die Entwicklung und Umsetzung (auch von Prototypen) inklusive der Herstellung, des Transportes und der Montage bis hin zum Betrieb, Instandhaltung und Reparatur und auch den Abbruch und Wiederverwendung der Baustoffe und Bauteile.⁴⁸⁶

Um eine Industrialisierung im Bauwesen zu erreichen bzw. weiter zu entwickeln ist es erforderlich, die Arbeitsvorbereitung und auch die Produktionszyklen prozessorientiert zu betreiben, sowie einen hohen Grad an Mechanisierung und Automatisierung der Maschinen und Geräte für die Baustellenproduktion und einen höchst möglichen Grad an Vorfertigung in die eigenen Prozesse zu integrieren.^{487, 488}

Das Ziel der Industrialisierung im Bauwesen ist die Senkung der Lohnkosten durch eine Erhöhung der Produktivität sowie durch die Mechanisierung und Automatisierung der Bauprozesse. Dies kann wie in allen Industrieproduktionen dadurch erreicht werden, dass eine Serienfertigung gleicher oder ähnlicher Teile in einer hohen Stückzahl die zumeist handwerklich

⁴⁸² GIRMSCHIED, G.: Industrielles Bauen. S. 2

⁴⁸³ Unter Produktivität ist im Allgemeinen das Verhältnis zwischen Produktergebnis, also dem messbaren Output und dem Faktoreinsatz, dem Input an Arbeit zu verstehen. Als wesentliche Kennzahl im Bauwesen dient sie zur Beurteilung der Ergiebigkeit von einzelnen Arbeiten oder ganzen Produktions- bzw. Wirtschaftsprozessen. Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 7, 9

⁴⁸⁴ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauproduktionsprozesse des Tief- und Hochbaus. S. 3 ff

⁴⁸⁵ GIRMSCHIED, G.: Industrielles Bauen. S. 2

⁴⁸⁶ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Industrielles Bauen. S. 2

⁴⁸⁷ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529

⁴⁸⁸ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 42

geprägte Einzelfertigung minimiert bzw. diese fast zur Gänze reduziert wird.

In diesem Zusammenhang treten zahlreiche oftmals synonym und damit in manchen Fällen fälschlich verwendete Begriffe auf, welche zum besseren Verständnis an dieser Stelle erläutert werden:

- Standardisierung

Im Allgemeinen wird gemäß *Gabler Wirtschaftslexikon* unter dem Begriff *Standardisierung* die „[...] Vereinheitlichung nach bestimmten Mustern“⁴⁸⁹ verstanden. In technische Anwendungsbereiche übertragen ist darunter die Vereinheitlichung von Produkten, Bauteilen oder auch Verfahren zu verstehen, welche eine oder wenige – oftmals genormte – Varianten zulassen, wobei dies nach vorher bestimmten Mustern erfolgt.⁴⁹⁰

Auf das Bauwesen angewandt ist somit unter Standardisierung von Gegenständen die Normierung, auch Normung genannt, also eine Vereinheitlichung einzelner Teile, Baugruppen oder (Bau-)Produkte – und im weiteren Sinn auch Arbeitsabläufe oder Dienstleistungen zu verstehen. Des Weiteren ist sie auch durch einen bestimmten Grad an Typisierung, auch als Typung bezeichnet, zu erreichen, um dadurch die Vielfalt der Zwischen- und Endprodukte gering zu halten. Dies erfolgt mit dem Ziel, die Arbeitsabläufe zu vereinfachen und die Kosten zu senken. Die Normung hat dabei keinen entscheidenden Einfluss auf die tatsächliche Gestalt eines Produktes, hingegen ergibt sich durch eine Typung eine Änderung der äußeren Gestalt.^{491, 492}

Die Standardisierung ist die wesentlichste Voraussetzung für eine Kostensenkung und Beschleunigung der Abläufe, wobei eine Trennung zwischen einer Standardisierung von Arbeitsprozessen und den dabei entstehenden Produkten nicht unisono möglich ist. Es ist somit unausweichlich, dass standardisierte Verfahren auch standardisierte Ausgangsprodukte erfordern und dementsprechend standardisierte Endprodukte liefern.

Eine Standardisierung hat grundsätzlich zur Folge, dass die Anzahl an Varianten und somit die Vielfalt reduziert wird. Dies kann bei konsequenter Umsetzung größerer Serien Kostensenkungen nach sich ziehen, was aber nicht zwingend eintreten muss. Geringere Lagerhaltungskosten treten in jedem Fall ein, was auch zu verbesserter Lieferbereitschaft führt. Eine Reduktion der Vielfalt bewirkt auf Produktebene zumeist eine höhere

⁴⁸⁹ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/standardisierung.html>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁴⁹⁰ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/standardisierung/standardisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁴⁹¹ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/standardisierung/standardisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁴⁹² Vgl. GABLER: *Gabler Wirtschaftslexikon*. S. 2965

Qualität sowie eine Elimination qualitativ schlechter Produkte mit mangelnder Kompatibilität, der Interoptionalität.⁴⁹³ Die Standardisierung steht auch im direkten Kontext mit Mass Customization (Vgl. Kap. 3.1.2.3), wobei im Zuge der Selbstplanung des Kunden auch bei standardisierten Bauteilen diesem eine Wahl ermöglicht wird.

Standardisierung kann auch nicht immer zum Erfolg führen, was sich durch die Tatsache ergeben kann, dass es nach dem Stand der Technik keine Lösung für das eigentliche Standardisierungsproblem gibt. Des Weiteren sind auch in vielen Fällen die beteiligten Personen(kreise) nicht gewillt, eine konsensuale Lösung zu finden. Zusätzlich kann eine zu früh durchgeführte Standardisierung auch eine Behinderung des technischen Fortschritts mit sich bringen. Letztlich können die Kosten für eine Standardisierung den tatsächlichen Nutzen dieser weit übersteigen.⁴⁹⁴ In allen Fällen ist somit eine Standardisierung genauesten mit sämtlichen Randbedingungen und Einflüssen abzuwägen, bevor diese durchgeführt wird.

▪ Systematisierung

Hinter dem oftmals im Gegensatz zur Standardisierung auch irrtümlich verwendeten Begriff der *Systematisierung* verbirgt sich die formelle Handlung bzw. Aktivität etwas „[...] in ein System bringen, in einem System darstellen“⁴⁹⁵.

Dies bedeutet, dass Vorhandenes zwar nach festgelegten Gesichtspunkten gegliedert, geordnet und zentral zusammengestellt wird, um ein System der leichteren Nachvollziehbarkeit einer erschaffenen Struktur aufzubauen. Es beinhaltet jedoch keinerlei Umsetzung einer Standardisierung in Form einer Normung bzw. Typung.

Wird der Begriff der Systematisierung auf das industrielle Bauwesen angewandt, könnte auch von einer *Systemisierung* gesprochen werden, da das industrielle Bauwesen grundsätzlich von Bausystemen geprägt ist und es gilt, diese in einer einfachen eindeutigen Struktur zu systemisieren.

▪ Flexibilisierung

Der Begriff der *Flexibilisierung* beschreibt einen (Veränderungs-)Prozess, welcher die „Agilität, also die Beweglichkeit, Lebendigkeit bzw. Regsambarkeit“⁴⁹⁶ einer Organisation bzw. der handelnden Personen bezeichnet. Im Rahmen der Flexibilisierung werden feste Regeln und fest-

⁴⁹³ Vgl. <http://www.daswirtschaftslexikon.com/d/standardisierung/standardisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁴⁹⁴ Vgl. <http://www.daswirtschaftslexikon.com/d/standardisierung/standardisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁴⁹⁵ DUDEN: Fremdwörterbuch. S. 792

⁴⁹⁶ DUDEN: Fremdwörterbuch. S. 266

gefährdete Strukturen reduziert, um sich einer neuen Situation anzupassen. Eine Flexibilisierung kann interne und externe Maßnahmen im Rahmen von Unternehmen, aber auch zeitliche und räumliche Aspekte in Produktionssystemen sowie grundlegende Veränderungen innerhalb der Wirtschaft und Gesellschaft allgemein umfassen.⁴⁹⁷ Als sinnvolles Werkzeug im Zuge einer langfristigen Flexibilisierung und Anpassung der Organisation ist der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) anzusehen (Vgl. Kap. 3.5.2).

- Mechanisierung

Unter *Mechanisierung* wird im Allgemeinen die „[...] Unterstützung der menschlichen Arbeitskraft durch den Einsatz von Maschinen“⁴⁹⁸ verstanden. Dabei wird der Mensch als Arbeitskraft in den Arbeitsvorgängen lediglich durch die Maschinen in untergeordneten Bereichen unterstützt und somit mechanische Arbeitsbereiche in die Abläufe implementiert.⁴⁹⁹

Wesentlich im Rahmen der Mechanisierung von Produktionen oder Systemen ist die Tatsache, dass zwar eine Übertragung der körperlichen und teils auch geistigen Arbeitsaufgaben vom Mensch an die Maschine erfolgt, die Steuerungs- und Kontrollfunktion aber nach wie vor von die Maschinen bedienenden Menschen übernommen wird.⁵⁰⁰

Im Vergleich zur Mechanisierung wird die Maschinisierung dadurch abgegrenzt, als dass die Maschinisierung andere Energiequellen nutzt, hingegen die Mechanisierung die Energie zur Durchführung des Arbeitsprozesses vom Menschen stammt.⁵⁰¹

- Automatisierung

Im Gegensatz zur Mechanisierung übernimmt bei einer *Automatisierung* die Maschine auch die steuernden und kontrollierenden Aufgaben einer Produktion. Der Mensch übernimmt an dieser Stelle lediglich die vorausplanende Rolle für die einzelnen Abläufe. Wenn nun verschiedene Betriebsmittel in einem komplexen System miteinander kombiniert werden, und auch der gesamte Materialfluss vollständig mechanisiert in einem System ist, dann wird darunter die *Automation* verstanden.⁵⁰² Letzten Endes erfolgt der Ersatz der Handarbeit durch die maschinelle Arbeit. Das nachfolgende Bild 3.5 zeigt diese Gliederung und Zusammenhänge.

⁴⁹⁷ Vgl. <http://wirtschaftspedia.wikia.com/wiki/Flexibilisierung>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁴⁹⁸ <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/mechanisierung.html>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁴⁹⁹ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/mechanisierung/mechanisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁵⁰⁰ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/mechanisierung/mechanisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁵⁰¹ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/maschinisierung.html>. Datum des Zugriffs: 25.Oktober.2017

⁵⁰² Vgl. KERN, W.: Industrielle Produktionswirtschaft. S. 18 ff

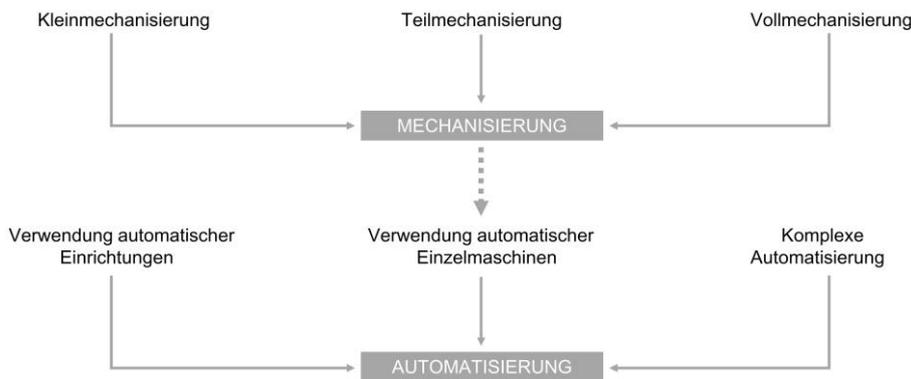


Bild 3.5 Gliederung der Mechanisierung und Automatisierung ⁵⁰³

Bei Bauwerken werden die Begriffe Mechanisierung und Automatisierung oftmals synonym verwendet.

- Prozessorientierung

Im Zuge des Versuches durch den Ansatz des Industriellen Bauens die Produktivität und Qualität zu steigern, kommt es durch die Kombination einzelner Prozesse und Arbeitsabläufe und deren laufender Verbesserung dazu, dass eine *Prozessorientierung* bei den handelnden Personen für die Überwindung und Durchdringung von Abteilungs- bzw. Bereichsgrenzen erforderlich wird, um die Reibungsverluste zu vermindern.⁵⁰⁴ Das gesamte Unternehmen verschreibt sich dabei einer Art vernetzter Denkweise, also einer Grundhaltung, welche das vollständige betriebliche Handeln als Kombination von Prozessen betrachtet, um die Kosten zu senken und die Qualität zu steigern. Dies bedingt allerdings, dass sich alle Beteiligten aus dem Management und dem Mitarbeiterstab der zumeist vorgegebenen prozessorientierten Denk- und Handlungsansätze nicht nur bewusst sind, sondern diese auch in ihrer täglichen Arbeit integrieren.⁵⁰⁵ Auch die Prozessorientierung bedient sich des KVP (Vgl. 3.5.2).

- Rationalisierung

Das Wort *Ratio – Vernunft, Verstand* als Teil der *Rationalisierung* birgt einerseits etwas vernünftig(er) zu machen bzw. einen Sinn zu geben und andererseits eine Vereinheitlichung, um überholte Verfahren durch zweckmäßigere zu ersetzen.⁵⁰⁶ Der Begriff der Rationalisierung umfasst somit

⁵⁰³ weiterentwickelt aus LUDEWIG, S.: Montagebau. S. 84

⁵⁰⁴ Vgl. https://www.cloodt.de/pdf_archiv/1prozess.pdf. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁵⁰⁵ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon.co/d/prozessorientierung/prozessorientierung.htm> . Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁵⁰⁶ Vgl. DUDEN: Fremdwörterbuch. S. 686

all jene Aktivitäten und Handlungen, welche zur Beseitigung von innerbetrieblichen Unwirtschaftlichkeiten erforderlich sind, was zum Ziel hat, einen höheren Output bei gleichem Input oder einen gleichen Output bei geringerem Input zu erzielen.⁵⁰⁷ Eine Rationalisierung in einem Produktionsunternehmen beinhaltet daher alle Maßnahmen, welche zu einer kostengünstigeren – rationelleren – Produktion führen und somit Produktivitätssteigerungen bzw. Kostensenkungen beinhalten. Sie ist daher in die soziale, technische und organisatorische Rationalisierung zu unterscheiden. Durch die Normung und Typung eines Produktes kann Rationalisierung ebenso herbeigeführt werden wie durch Standardisierung, Systematisierung, Flexibilisierung, Automatisierung und Prozessorientierung. Die Rationalisierung ist somit als Ergebnis der Durchführung aller bisher beschriebenen Begriffe und deren konsequente Umsetzung zu verstehen.

Alle in diesem Kapitel beschriebenen Begriffe sind Teil der Industrialisierung im Bauwesen, einerseits als notwendige Voraussetzung, andererseits als folgerichtige Konsequenz daraus.

3.1.2.3 Weitere Begriffe der Industrialisierung (im Bauwesen)

Die nachfolgenden Begriffe treten des Öfteren im Zusammenhang mit der Industrialisierung von Prozessen, also auch im Bauwesen im Rahmen des industriellen Bauens auf und werden oftmals synonym eingesetzt.

- Produktion

Unter dem Begriff der *Produktion* wird in der Betriebswirtschaftslehre die Erzeugung, Fertigung und Herstellung von Sachgütern, Energien oder auch Dienstleistungen verstanden. Sie wird durch eine Kombination der klassischen Produktionsfaktoren – Arbeit, Boden und Kapital – also dem Input, und deren Umwandlung (Transformation) in höherwertige Produkte und Erzeugnisse, den Output, gekennzeichnet.⁵⁰⁸ Eine Produktion wird somit auch als Ergebnis des Produktionsprozesses – letztlich der Produktionsertrag – gesehen, wobei meist eine effiziente Herstellung von Produkten das zentrale Ziel ist, unabhängig davon, ob diese manuell oder maschinell hergestellt werden.⁵⁰⁹

- Industrielle Produktion

Die *industrielle Produktion* unterscheidet sich von der reinen Produktion durch eine technologische Umwandlung mittels überwiegend maschineller

⁵⁰⁷ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/rationalisierung/rationalisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017

⁵⁰⁸ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/13462/produktion-v9.html>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

⁵⁰⁹ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/produktion/produktion.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

Betriebsmittel, Materialien und menschlichen Arbeitsleistungen.⁵¹⁰ Das Ziel einer *industriellen Produktion* umfasst eine möglichst kostengünstige Fertigung in Serie, welche auf der einen Seite groß genug sein muss, um auch rentabel zu sein, und auf der anderen Seite zur Erreichung einer größtmöglichen Individualität, Vielfalt und Unterschiedlichkeit der Produkte gleichsam klein bleiben soll.⁵¹¹

- Fertigung

Der oftmals synonym zur Produktion verwendete Begriff der *Fertigung* umfasst lediglich die Erzeugung von Sachgütern und Energien und lässt das Thema Dienstleistung unberührt.⁵¹²

- (Industrielle) Vorfertigung

Unter *Industrieller Vorfertigung* wird in Zusammenhang des Bauwesens die Herstellung von Bauprodukten unter Zuhilfenahme industrieller Arbeitsmethoden verstanden. Dabei wird die Baustellenproduktion zumeist in ein Produktionswerk verlagert, in welchem die Bauteile unabhängig von der Witterung und äußeren Einflüssen der Baustelle unter optimalen Bedingungen gefertigt werden.⁵¹³

- Losgröße

Der aus der Fertigungslehre kommende Begriff der *Losgröße* umfasst die Menge, welche innerhalb einer Charge, Sorte oder auch Serie direkt hintereinander ohne Unterbrechung der eigentlichen Produktion hergestellt werden kann. Eine optimale Losgröße kann innerhalb einer Serienfertigung im Vergleich zur Einzel- oder auch Massenproduktion insofern bestimmt werden, als dass die Fixkosten und die variablen Kosten einer Produktion addiert die Stückkosten bilden und durch die Berücksichtigung der Zins- und Lagerkosten und dem mittleren (vor allem im Bauwesen teils schwer abschätzbaren) Jahresabsatz optimiert werden können.⁵¹⁴

Diese optimale *Losgröße* lässt sich durch die von *Andler* entwickelte *Losgrößenformel*⁵¹⁵ unter Berücksichtigung des Jahresabsatzes, der fixen und variablen Stückkosten sowie den Zins- und Lagerkosten berechnen. Die optimale *Bestellmenge* hingegen drückt sich nach dem klassischen

⁵¹⁰ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/industrielle-produktion/industrielle-produktion.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

⁵¹¹ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 44

⁵¹² Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/fertigung/fertigung.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

⁵¹³ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 40

⁵¹⁴ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/losgroesse/losgroesse.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

⁵¹⁵ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/76977/andler-formel-v8.html>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

*Bestellmengenmodell*⁵¹⁶ nach *Andler* durch die Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Jahresverbrauch, der bestellfixen und variablen Kosten und wiederum der Zins- und Lagerkosten aus. Eine optimale Losgröße 1 kann damit lediglich durch minimale Losgrößenbestände – zu meist bei Just-In-Time-Produktionen – erreicht werden.⁵¹⁷ Vor allem im Bauwesen erlangt aufgrund des Unikat-Charakters der Bauwerke das Thema Losgröße eine wesentliche Bedeutung.

▪ Just-In-Time

Unter dem Konzept *Just-In-Time* (JIT) wird die produktionssynchrone, demnach zeitgleiche Beschaffung (Lieferung) verstanden, was sich durch eine laufende Versorgung einer Produktion – oder auch Baustelle – mit den dafür notwendigen (Ausgangs-)Materialien kennzeichnet.⁵¹⁸ Es geht somit beim JIT-Konzept – auch als Supermarktprinzip bezeichnet – um einen durchgängigen Material- und Informationsfluss, welcher wie durch die Anwendung von Lean Management zu einer rascheren Auftragsbearbeitung und Beschleunigung desselben führen soll. Die Lagerkapazitäten sollen dabei möglichst klein bzw. gänzlich reduziert werden, was zu monetären Einsparungspotenzialen in der Logistik führt. Die zeitgenaue Erbringung der Leistung bzw. die bedarfszeitpunktgenaue Bereitstellung der benötigten Fertigungsmaterialien zum Zeitpunkt des Erfordernisses ist das zentrale Prinzip des JIT-Konzeptes (Vgl. Pull-Prinzip).⁵¹⁹ Es kann sowohl eine Produktion, als auch eine Lieferung Just-In-Time erfolgen, welche durch ein Just-In-Time-Management koordiniert werden und Teil eines Just-In-Time-Systems sind. Die Abbildung der Arbeitsflüsse und Tätigkeitsfelder mittels leistungsstarker Simulationen stellen die Voraussetzung für die Implementierung eines Just-In-Time-Managements dar, wobei das virtuelle Abbild eines Arbeitsflusses eine enorme Verfeinerung der Abläufe in der Logistik und damit einhergehend eine Optimierung des Lieferservice bedeutet.⁵²⁰

▪ Just-In-Sequence

Im Vergleich zu JIT ist unter Just-in-Sequence (JIS) eine detailliertere Strategie der produktionssynchronen Beschaffung zu verstehen, welche allerdings die erforderlichen Mengen zu den Verbrauchsstellen (Einbauorten) takt- und sequenzgenau in der Reihenfolge des Einbaus ohne weitere Zwischenlagerung (Bestand) zur Verfügung stellt.⁵²¹

⁵¹⁶ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/76977/andler-formel-v8.html>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

⁵¹⁷ Vgl. <http://www.prolisa.de/prozessfitness/tde102.html>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

⁵¹⁸ Vgl. WANNENWETSCH, H.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik. S. 188

⁵¹⁹ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/just-in-time-konzept-jit/just-in-time-konzept-jit.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

⁵²⁰ Vgl. RÍOS-MERCADO, R. Z.; RÍOS-SOLÍS, Y.: Just-in-Time Systems. S. V

⁵²¹ Vgl. WANNENWETSCH, H.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik. S. 188

- Baukastensystem

Unter dem Begriff *Baukasten* wird im Zusammenhang mit der Produktion von Gütern ein Ordnungssystem verstanden, welches unter Zuhilfenahme vorgemerkter Bauelemente die Zusammensetzung unterschiedlicher Kombinationen und Systeme erlaubt. Diese Zusammenstellung von Bestandteilen garantiert einerseits eine größtmögliche Variantenvielfalt bei immer wiederkehrender Kombination gleicher oder ähnlicher Elemente und andererseits eine möglichst geringe Anzahl unterschiedlicher Elemente. Der Baukasten ist so gestaltet, dass möglichst viele verschiedene Typen mit denselben in Serie gefertigten Grundelementen zusammengesetzt werden können.⁵²²

- On- und Off-site Industrialisierung

Die Produktion einzelner Bauprodukte und Bauteile kann in ein (externes) Produktionswerk verlagert, aber auch durch Industrialisierung auf der Baustelle selbst hergestellt werden. Dies bietet den Vorteil einer vor Witterungseinflüssen geschützten Produktion, beinhaltet jedoch den Nachteil einer umfassenderen Logistik.⁵²³ Daher wird auch teilweise zur On-site Industrialisierung gegriffen, welche durch mobile Produktionsstätten – zu meist bei größeren Bauvorhaben – zur Vermeidung größerer Transportstrecken gekennzeichnet ist.⁵²⁴

- Mass Customization und Modern Manufacturing

Die Aufnahme und immer stärker werdende Integration der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in die Strukturen der Produktionsunternehmen ermöglicht erstmalig eine Kombination der beiden entgegengesetzten Prinzipien der Massenproduktion und einer individuellen Fertigung.⁵²⁵ In diesem Zusammenhang treten die beiden Begriffe *Mass Customization* und *Modern Manufacturing* oftmals in Zusammenhang auf. Sie stellen gemäß Davis⁵²⁶ „[...] die Verbindung von Massenproduktion („Mass Production“) – der Produktion großer Stückzahlen standardisierter Produkte bei geringen Stückkosten – und Produktindividualisierung („Customization“) – der Produktion geringer Stückzahlen individualisierter Produkte bei hohen Stückkosten – dar, für die Davis das Oxymoron „Mass Customization“ prägte.⁵²⁷ Unter dem Begriff der kundenindividuellen Massenproduktion – also der Mass Customization – ist somit jener Ansatz

⁵²² Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/72556/baukastensystem-v7.html>. Datum des Zugriffs: 4. September 2017

⁵²³ Vgl. GIRMSCHIED, G.; SCHEUBLIN, F.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. In: CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction. S. 37

⁵²⁴ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 41

⁵²⁵ Vgl. PILLER, F. T.: Mass Customization – ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. S. 4

⁵²⁶ DAVIS, S. M.: Futurer Perfect. S. 1 ff

⁵²⁷ PETER, T.: Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche. S. 65

(oder auch Trend) zu verstehen, bei welchem es – zumindest theoretisch gesehen – fast jedem Kunden möglich wird, ein individuelles Produkt (Angebot) zu erhalten, welches er sich aus einem Baukastensystem zusammenstellt. Das gewählte Produkt wird allerdings dann in Serie gefertigt und birgt somit Kostenvorteile aufgrund prozessorientierter Massenproduktion.⁵²⁸ Die Integration von IKT in neue Fertigungstechnologien ermöglicht diese Vereinbarkeit von wirtschaftlicher Massenfertigung und kundenindividueller Einzelfertigung. Dies drückt sich in einer neuen Art eines Fertigungsparadigmas aus, welches als *Modern Manufacturing* bezeichnet wird, also einem nächsten Schritt in der Evolution der industriellen Produktion. Das erklärte Ziel dabei ist es, kundenindividuell gefertigte Produkte zum gleichen Kostenniveau wie vergleichbare Massenprodukte zu produzieren, wobei das Potenzial darin liegt, dass die komplexer werdende Nachfragesituation im Rahmen einer Individualisierung und neue Wettbewerbsbedingungen aufgrund der Heterogenisierung des Marktes Berücksichtigung finden.^{529, 530}

- Lean Construction

Die Begriffe Lean Management bzw. Lean Construction sowie deren Grundsätze, Auswirkungen und Anwendungsbereiche werden im Kap. 3.5 näher erläutert.

⁵²⁸ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/57547/mass-customization-v8.html>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017

⁵²⁹ Vgl. PILLER, F. T.: Mass Customization – ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. S. 4

⁵³⁰ Vgl. LINDEMANN, U.; REICHWALD, R.; ZÄH, M. F.: Individualisierte Produktion – Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. S. 7 ff

3.2 Erfolgsfaktor Industrielles Bauen

Das Thema des Industriellen Bauens, welches auch als Paradigmenwechsel in der Bauwirtschaft zu betrachten ist, stellt für die meisten Unternehmen eine teils unüberwindbare Hürde – sowohl organisatorisch als auch mental – dar. Die Entwicklung geht dabei weg von der klassischen manuellen Umsetzung auf der Baustelle hin zur teil- und vollautomatisierten Produktion eines Bauwerkes unter Reduktion der menschlichen fehleranfälligen Arbeitskraft. Einerseits ergibt sich die Forderung seitens des Marktes durch die Kunden, dass die Prozesse am Bau schneller, effizienter und damit kostengünstiger bei höherer Qualität werden. Andererseits sieht sich der Unternehmer mit einer Vielzahl an Anforderungen aus rechtlicher und normativer Hinsicht in Kombination mit teils unüberschaubaren Teams der Planung und Umsetzung mit sehr unterschiedlichen Vorstellungen und individuellen Wünschen konfrontiert.

3.2.1 Potenzial Industrielles Bauen

Das Potenzial, welches großteils noch unerkannt in der Industrialisierung im Bauwesen schlummert, kann jedoch trotz massiver Widerstände in den eigenen (Bau-)Reihen nicht von der Hand gewiesen werden. Letztlich geht es um die Reduktion von nicht wertschöpfenden Tätigkeiten und die Steigerung der wertschöpfenden Tätigkeiten im Herstellungsprozess eines Bauwerkes. Gemäß einer Untersuchung von *Boenert* und *Blömecke* besteht auf Hochbau-Baustellen enormes Potenzial durch die Reduktion der nicht wertschöpfenden Aktivitäten, auf welche gemäß deren Untersuchung auf Baustellen (in vorwiegend mineralischer Bauweise) mit Rohbau-, Ausbau und Haustechnikaktivitäten 33 % der produktiven Arbeitsstunden für das Suchen und Umstapeln von Materialien aufgewendet werden, was in nachfolgendem Bild 3.6 veranschaulicht ist.⁵³¹

⁵³¹ Vgl. BOENERT, L.; BLÖMECKE, M.: Logistikkonzepte im Schlüsselfertigbau zur Erhöhung der Kostenführerschaft. In: Der Bauingenieur, 80/2003. S. 277 – 283

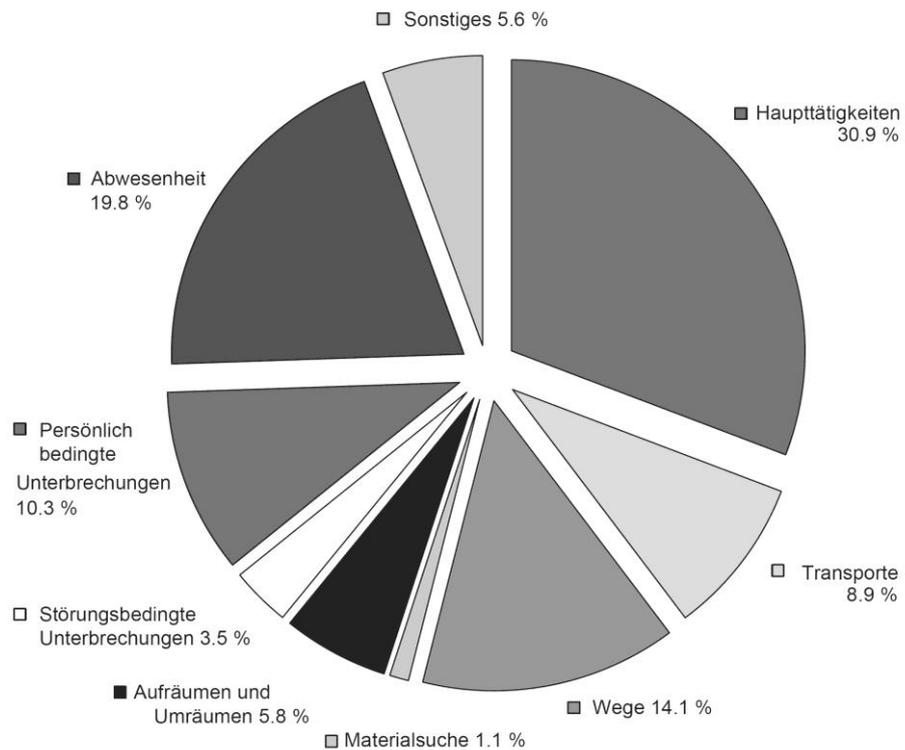


Bild 3.6 Verteilung der wertschöpfenden und nicht wertschöpfenden Tätigkeiten im Vergleich zur Gesamtzeit ⁵³²

Generell bestehen Potenziale zur Erreichung von Einsparungen und höherer Effizienz durch die folgenden Maßnahmen:

- „Steigerung der Effizienz der Herstellungsabläufe und -verfahren
- Eliminierung/Reduzierung von Schlechtwetterstunden
- Eliminierung/Reduzierung wetterbedingter Leistungsschwankungen
- Effizienzsteigerung durch klare Workflowprozesse
- Eliminierung/Reduzierung der Materialsuchstunden
- Eliminierung/Reduzierung von Materialumstapelungen
- Reduzierung von Materialverlusten“ ⁵³³

Ergänzend zu den angeführten Maßnahmen im Feld der Leistungserbringung kann eine Implementierung der Grundgedanken des Industriellen Bauens die Potenziale auch durch eine Industrialisierung bei den Support-

⁵³² BOENERT, L.; BLÖMECKE, M.: Logistikkonzepte im Schlüsselfertigbau zur Erhöhung der Kostenführerschaft. In: Der Bauingenieur, 80/2003. S. 278

⁵³³ GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 3

prozessen, also all jenen Prozessen, welche notwendig sind, um die Leistungserbringung überhaupt erst zu ermöglichen, nutzbar machen. Dies umfasst neben anderen vor allem die Bereiche Beschaffung, Wissensmanagement und Kommunikation, sowie auch die klassische Planung der (Baustellen-)Produktion.⁵³⁴

Das Industrielle Bauen konnte allerdings bis dato lediglich in einigen wenigen Teilbereichen des Bauwesens insofern Einzug halten, als dass einerseits die Produktion einzelner Bauteile (Halbfertig- und Fertigteile) in zur Baustelle dezentralen Vorfabrikationen ausgelagert wurde. Andererseits ist der Prozentsatz an industrialisierten wertschöpfenden Tätigkeiten während der Ausführung auf der Baustelle – hauptsächlich bedingt durch die Billiglöhne in Niedriglohnländern und der Harmonisierung im europäischen Arbeitsmarkt – noch als eher gering einzustufen.⁵³⁵

Der Holzbau hat an dieser Stelle, wie auch andere Teilbereiche des Bauwesens, in vielen Teilbereichen der Industrialisierung bereits eine Vorreiterrolle übernommen. Allerdings – und dabei tritt die gewerkespezifische Bearbeitung in den Vordergrund – betrifft diese lediglich die Bereiche des Holzbaus selbst. Die zahlreichen ergänzenden Gewerke, welche für die Erstellung und Komplettierung eines Gebäudes erforderlich werden, werden dabei nicht umfasst.⁵³⁶

Es gilt somit im Rahmen der Kernanforderung des Industriellen Bauens künftig vermehrt sämtliche Produktions- und Leistungserstellungsprozesse zu mechanisieren und zu automatisieren sowie sämtliche die Herstellung unterstützenden Prozesse (Supportprozesse) zu berücksichtigen. Da die stationären produzierenden Industrieunternehmen diese über die vergangenen Jahrzehnte erfolgreich implementieren konnten, ist davon auszugehen, dass dieser Schritt auch im Bauwesen unter Zuhilfenahme moderner IKT, digitaler Planungs- und Umsetzungsmethoden sowie der Digitalisierung selbst unausweichlich bleibt.⁵³⁷

Dies kann u.a. auch dadurch gelingen, als dass die folgenden Maßnahmen konsequent für das Bauwesen weiterentwickelt und in die täglichen Arbeitsabläufe implementiert werden.⁵³⁸

- Durchführung einer umfassenden Standardisierung und Systematisierung der Arbeitsvorbereitung und Prozessorientierung in der Ausführung.

⁵³⁴ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 4

⁵³⁵ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 6

⁵³⁶ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 45

⁵³⁷ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 6

⁵³⁸ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 6

- Vermehrte Nutzung von Fertigteilen zur Rationalisierung der einzelnen Abläufe auf der Baustelle mit einer eindeutigen Abtrennung zu den Herstellungsprozessen im Werk.
- Schaffung einer möglichst weitgreifenden Mechanisierung und Automatisierung der Produktion auf der Baustelle und in den Vorfertigungsunternehmen.
- Weitreichende Modularisierung einzelner Bauteile und Bauteilgruppen, um mittels serieller, in den unterschiedlichen Anwendungen gleichbleibender Konzepte im Detail flexibel auf die kundenspezifischen und gebäudetypischen Anforderungen einzugehen und somit trotz Standardisierung die Vorteile einer Industrialisierung nutzbar zu machen.⁵³⁹

Bisher konnten einige Bereiche bereits mechanisiert werden, wobei an dieser Stelle wiederum der Holzbau durch die vermehrte Nutzung von Fertigteilen zu nennen ist. Die eigentlichen großteils manuellen Tätigkeiten auf der Baustelle sind bis dato jedoch kaum mechanisiert, noch weniger industrialisiert worden.⁵⁴⁰

Sollte es im Weiteren zu einer Industrialisierung der Bauprozesse bzw. zu einer Teilindustrialisierung einzelner Komponenten kommen, so ist davon auszugehen, dass mit einem steigenden Grad der Integration von einzelnen Leistungen innerhalb eines Bauteiles auch der Grad der Individualität steigen wird. Allerdings wird zeitgleich die Größe der einzelnen Serie eines Bauteils abnehmen. An dieser Stelle ergibt sich ein wesentlicher Vorteil einer (Teil-)Modularisierung von zumindest einzelnen Bauteilen, auf die sich allerdings die Wertschöpfung aufgrund der meist technischen Komplexität konzentriert.⁵⁴¹

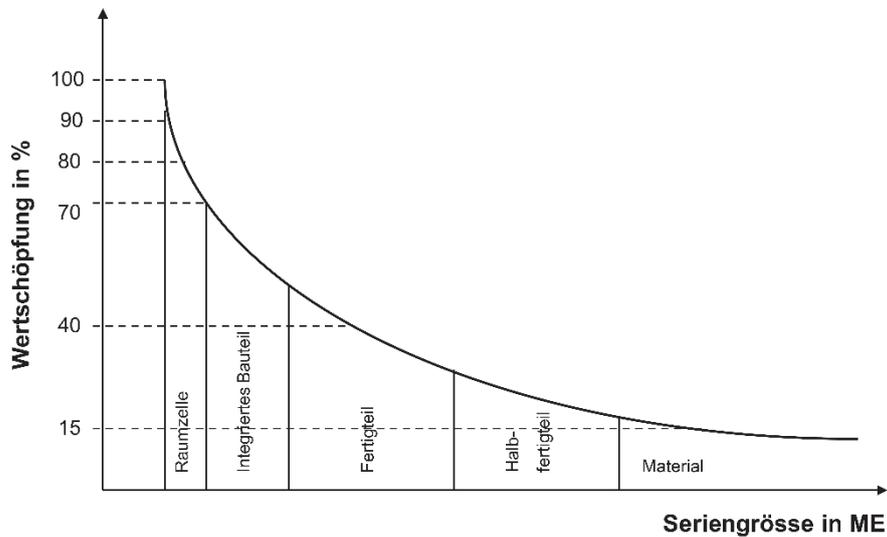
Durch eine Separation der teils zum Bauablauf parallel laufenden, externen Produktion und den auf der Baustelle im Einsatz befindlichen vorgefertigten Bauteilen lässt sich dies auch in der nachstehenden Grafik (Bild 3.7) als Zusammenhang zwischen der Seriengröße und der prozentuell anteiligen Wertschöpfung in den unterschiedlichen Vorfertigungsstufen veranschaulichen.⁵⁴²

⁵³⁹ Vgl. BECKER, K. et al.: Planungs- und Konstruktionsrichtlinie für die Ausführung mehrgeschossiger Holzbauwerke zur Steigerung der Holzverwendung. S. 4-189

⁵⁴⁰ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 41

⁵⁴¹ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 15

⁵⁴² Vgl. GIRMSCHIED, G.; HOFMANN, E.: Industrielles Bauen – Fertigungstechnologie oder Managementkonzept?. In: Bauingenieur, Band 75 September/2000. S. 587

Bild 3.7 Zusammenhang zwischen Wertschöpfung und Seriengröße⁵⁴³

Trotz Untersuchungen in den vergangenen Jahren zum Thema der gesamtheitlichen Kostensenkung im Bauwesen oder auch in Teilbereichen konnten die erkennbaren Vorteile des Industriellen Bauens bis dato zu keinem Paradigmenwechsel innerhalb der Bauwirtschaft – hin zu einer verstärkten Industrialisierung von Baustellen – führen.^{544, 545} In Einzelfällen und oftmals aufgrund der wirtschaftlichen Randbedingungen einzelner Unternehmen bzw. aufgrund spezifischer Verhältnisse auf Sonderbaustellen oder Einsatzbereichen im Ausland, konnte eine Teilindustrialisierung einzelner Prozesse und Arbeitsabläufe umgesetzt werden (bspw. Fertigteilgaragen).

Im Kontext einer an der TU Graz durchgeführten Expertenbefragung (Vgl. Kap 5.4.2)⁵⁴⁶ konnte nachfolgende Verteilung (Bild 3.8) des Potenzials industrieller Bauweisen in den unterschiedlichen Anwendungsbereichen des Hochbaus ermittelt werden.⁵⁴⁷

⁵⁴³ GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 16

⁵⁴⁴ Vgl. PALOTZ, T. R.: Eine neue Ökonomie für den Wohnungsbau – Konzepte des Kosten- und Flächensparenden Bauens. Dissertation. Universität Duisburg-Essen. S. 13

⁵⁴⁵ Vgl. GREINER, O.: Kosten- und Qualitätsoptimierung durch industrielles Bauen. S. 1 ff

⁵⁴⁶ Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 177

⁵⁴⁷ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau. In: bauaktuell, Nr. 3/6. Jahrgang/Mai 2015. S. 103

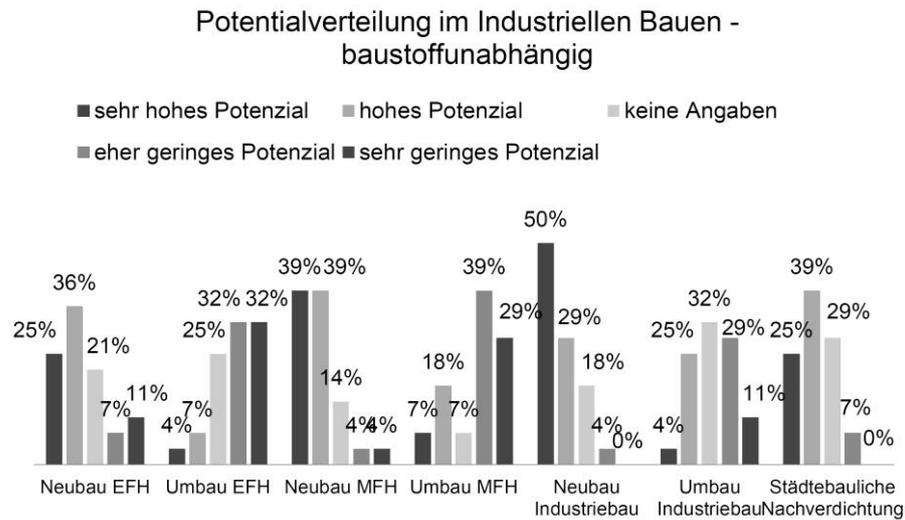


Bild 3.8 Potenzialverteilung im Industriellen Bauen – baustoffunabhängig – Expertenbefragung TU Graz 2015⁵⁴⁸

Es zeigt sich dabei, dass das Potenzial des Industriellen Bauens durch die im deutschsprachigen Raum verbreiteten Fertighausindustrie historisch bedingt im Bereich der Neuerrichtung von Einfamilienhäusern (EFH) mit 61 % sehr hoch bzw. hoch im Vergleich zu nicht industriell errichteten bzw. hergestellten Gebäuden liegt. Allerdings weist vor allem der Bereich der Neuerrichtung von Mehrfamilienhäusern (*Anmerkung: mehrgeschossiger Wohnbau*) jedoch mit 78 % ein weitaus größeres Potenzial auf, als die Errichtung von EFH. Ähnlich zeigt sich das Potenzial in der Errichtung von Industriebauten mit 79 %, wobei in diesem Segment 50 % der Befragten ein sehr hohes und 29 % ein hohes Potenzial sehen. Das Feld der städtebaulichen Nachverdichtung wird von den Befragten etwas geringer mit einem seinem sehr hohen Potenzial von 25 bzw. 39 % mit einem hohen Potenzial gesehen. Zusammengefasst ist festzuhalten, dass die Industrialisierung des Bauens speziell im Bereich des Neubaus wesentlich größere Chancen aufweist, als dies im Feld des Umbaus bzw. der Sanierung der Fall ist.⁵⁴⁹

Das Ziel der Kostensenkung kann durch zahlreiche Maßnahmen, welche durch Forcierung der Standardisierung, Mechanisierung und Rationalisierung einzelner Abläufe bzw. der gesamten Prozesskette im Bauwesen bestehen, erreicht werden. Es zeigt sich jedoch, dass die Abhängigkeit der einzelnen Stückkosten, z.B. für ein Bauteil oder eine Bauteilgruppe, direkt abhängig von der produzierten Stückzahl ist und es in jedem Fall einer kritischen Menge bedarf, um die Stückkosten auch mittel- und langfristig

⁵⁴⁸ HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 178

⁵⁴⁹ Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 178

auf ein wirtschaftlich gerechtfertigtes Maß zu senken.⁵⁵⁰ Dies widerspricht großteils dem Gedanken eines individuell geplanten und errichteten Gebäudes, da eine Losgröße 1, wie sie oftmals titulierte wird, in jedem Fall in der Bauindustrie durch die vorherrschende Prototypenfertigung mit einer industriellen Fertigung auf der Baustelle bis dato kaum realisierbar ist.⁵⁵¹

Das damit beschriebene wirtschaftliche Grundproblem des Industriellen Bauens ergibt sich weitestgehend aus der Frage der Industrialisierung kleiner Losgrößen.⁵⁵² Eine Betrachtung der Abnahme der Kosten einzelner Erzeugnisse (Stücke bzw. Lose) bei zunehmender Stückzahl ergibt in Abhängigkeit unterschiedlicher Produktionsarten nachfolgende schematische Darstellung (Bild 3.9).

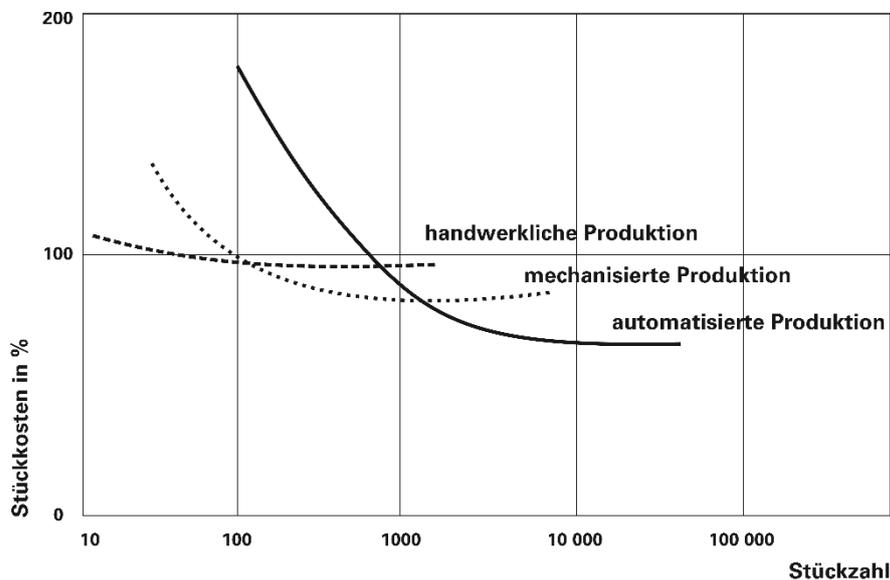


Bild 3.9 Stückkosten bei steigender Anzahl der Stückzahlen unter Berücksichtigung der Abhängigkeit der Produktionsarten⁵⁵³

Es zeigt sich, dass vor allem bei automatisierten Produktionsprozessen die Stückkosten erheblich höher sind, als bei mechanisierten und handwerklichen Abläufen, wenn die Anzahl der hergestellten Teile eine kritische Menge von 1.000 Stück nicht überschreitet. Im Umkehrschluss ergibt dies, dass mechanisierte Produktionen ab einer sehr geringen Anzahl von in der Grafik (Bild 3.9) angeführten 100 Stk. die Kosten pro Stück bereits

⁵⁵⁰ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 43

⁵⁵¹ Vgl. KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gehbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009. S. 31

⁵⁵² Vgl. WELLER, K.: Industrielles Bauen 1 – Grundlagen und Entwicklung des industriellen, energie- und rohstoffsparenden Bauens. S. 28

⁵⁵³ MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 43

unter jenen für handwerklich hergestellte Produkte liegt (Beispiel Betonfertigteile). Bei einer darunter liegenden Anzahl (kritische Menge) sind die Stückkosten innerhalb der manuellen Produktionen konsequenterweise am geringsten. Die in der Grafik (Bild 3.9) dargestellten Werte stellen dabei keine Absolutwerte, sondern lediglich Größenordnungen dar, da die tatsächlichen Stückkosten vor allem sehr stark vom jeweiligen Produkt und dem zugehörigen Herstellungsprozess abhängen.⁵⁵⁴ Zur Berechnung einer kritischen Menge bzw. Losgröße ist bei Vorliegen sämtlicher Kostenwerte und Absatzvorstellungen die in Kapitel 3.1.2.3 im Unterpunkt Losgröße erläuterte *Losgrößenformel nach Andler* heranzuziehen.

Umgelegt auf das Industrielle Bauen lässt sich daraus schließen, dass zur Senkung der Stückkosten in den meisten Fällen eine kritische Menge notwendig ist. Es ist einerseits zur Erreichung einer vom Kunden gewünschten größtmöglichen Individualität eine geringe Losgröße anzustreben, andererseits bedarf es einer kritischen Menge, um die Produktionskosten pro Stück unter Einbeziehung aller Investitions-, Produktions-, Rüst- und Gemeinkosten, welche zur Herstellung eines Stückes erforderlich werden, auf ein Minimum zu reduzieren.⁵⁵⁵

All dies steht in engem Zusammenhang mit dem herzustellenden Produkt sowie der dafür notwendigen Verarbeitungstechnologie. Im Zuge der Industrialisierungsversuche im Bauwesen wurden immer wieder Grenzen erreicht, an denen eine weitere Industrialisierung zwar technisch möglich wäre, jedoch aus Kostengründen nicht zielführend erschien.⁵⁵⁶ Dies zeigt sich vor allem bei Produkten und Prozessen, bei welchen die Methodik moderner Digitalisierung bis dato noch nicht eingesetzt wurde bzw. werden konnte. An dieser Stelle besteht zumindest der Ansatz, dass Themen wie die Digitalisierung im Bauwesen, integrale Planung und Building Information Modeling künftig wesentlich zur Senkung der Kosten bei geringen Losgrößen beitragen werden. Das Industrielle Bauen mit neu entwickelnden Fertigungsverfahren, computergesteuerten Produktionsmaschinen und automatischen Steuerungssystemen könnte damit einen Paradigmenwechsel in der Bauwirtschaft einleiten.^{557, 558}

Historisch gesehen hat das Industrielle Bauen vor allem aufgrund der Tatsache der Herstellung monoton wirkender Wohnungs- und Siedlungsbau-

⁵⁵⁴ Vgl. WELLER, K.: Industrielles Bauen 1 – Grundlagen und Entwicklung des industriellen, energie- und rohstoffsparenden Bauens. S. 29

⁵⁵⁵ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 45

⁵⁵⁶ Vgl. WELLER, K.: Industrielles Bauen 1 – Grundlagen und Entwicklung des industriellen, energie- und rohstoffsparenden Bauens. S. 31

⁵⁵⁷ Vgl. RINAS, T.; GIRMSCHIED, G.: Industrielles Bauen = Vorfertigung plus?. <http://www.bauinnovationen.ch/industrielles-bauen-vorfertigung-plus/>. Datum des Zugriffs: 31.August.2017

⁵⁵⁸ Vgl. WESTKÄMPER, E. et al.: Digitale Produktion. S. 17 ff

ten in den 50er, 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts mit einem negativen Bild in der Öffentlichkeit zu kämpfen.^{559, 560} Die künftige Herausforderung wird jedoch darin bestehen, dass die Vorteile einer Industrialisierung der Bauprozesse verstärkt genutzt und die Nachteile, welche durch Monotonie in der Gestaltung entstehen können, durch eine individuelle Anpassung und Planung des äußeren Erscheinungsbildes aufgrund adäquater und bauweisengerechter Architektur kompensiert werden (Vgl. Losgröße 1).⁵⁶¹

3.2.2 Vorteile des Industriellen Bauens

In Anbetracht des angeführten Potenzials stellen die Vorteile, welche sich aus der Nutzung bzw. Anwendung industrieller Methoden und Systeme im Bauwesen ergeben, eine wesentliche Chance dar, welche nutzbar gemacht werden können. Diese lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:⁵⁶²

- leichtere Nachvollziehbarkeit sämtlicher Planungs- und Bauprozesse für alle Beteiligten durch strukturierte und eindeutige Vorgaben in den Abläufen.
- ein Ansprechpartner für alle Bauleistungen im Falle von Paketvergaben⁵⁶³ im Gegensatz zu gewerkespezifischen (Einzel)Vergaben.
- Reduktion der Variantenvielfalt in den Details bei Bewahrung der Individualität in der Oberflächengestaltung und Ästhetik.
- höhere Sicherheit im Bereich der Einhaltung des Termin- und Kostenrahmens sowie in der baukonstruktiven Qualitätssicherung.

Der derzeit vorherrschende sehr komplexe Prozess des Planens und Bauens von Bauwerken ist in vielen, oftmals auch negativen Beispielen, lediglich zum Teil nachvollziehbar. Dies führt dazu, dass vor allem Bauherren, aber auch Planer und Ausführende, in zahlreichen Fällen eine weitreichende Vereinfachung der Planungs- und Bauabläufe fordern, um damit eine Optimierung des *Magischen Dreiecks*⁵⁶⁴ – Kosten, Termin und Qualität – zu erreichen.⁵⁶⁵ Es ist davon auszugehen, dass eine künftige Erhö-

⁵⁵⁹ Vgl. HANNEMANN, C.: DIE PLATTE – Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. S. 4

⁵⁶⁰ Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung – Hightech und Handarbeit. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Vorfertigung, 6/2012. S. 591

⁵⁶¹ Vgl. KONCZ, T.: Bauen industrialisiert. S. 9

⁵⁶² Vgl. ROZYNSKI, D.; ROTH, C.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. S. 31 ff

⁵⁶³ Unter Paketvergabe ist in diesem Zusammenhang eine Vergabe über die Gewerkgrenzen hinweg durch Zusammenfassung von Leistungen unterschiedlicher Professionen zu verstehen.

⁵⁶⁴ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/135535/magisches-vieleck-v4.html>. Datum des Zugriffs: 31. August. 2017

⁵⁶⁵ Vgl. ROZYNSKI, D.; ROTH, C.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. S. 31 ff

hung des Vorfertigungsgrades die Komplexität der Abläufe, vor allem jener auf der Baustelle erheblich senkt, was dem Wunsch einer Vereinfachung entspricht. Die innerbetrieblichen Abläufe, welche für eine Vorfertigung und somit Industrialisierung notwendig sind, werden hingegen zumindest auf gleichem Niveau bleiben, eher aber noch steigen.⁵⁶⁶

Das derzeit zumindest in Mitteleuropa vorherrschende Prinzip der Gewerketrennung und deren Umsetzung in einer *gewerkweisen*⁵⁶⁷ bzw. *gewerkespezifischen*⁵⁶⁸ (Einzelfirmen-)Vergabe einzelner Bau- und Planungsleistungen bedingt für den Bauherrn bzw. dessen Vertretungsbefugte zumeist einen erheblichen Koordinationsaufwand, welcher auch zu seinen Pflichten als Besteller eines Bauvorhabens hinzuzurechnen ist. Im Rahmen des Industriellen Bauens werden Bauleistungen zumeist als Gesamtleistungen sinngemäß aus einer Hand in unterschiedlichen Unternehmenseinsatzformen⁵⁶⁹ (Vgl. Kap. 2.5.2) vergeben, was den Koordinationsaufwand für den Bauherrn erheblich senkt, da dieser seitens des ausführenden Unternehmens wahrgenommen werden muss.⁵⁷⁰

Ein wesentlicher Kernbereich des Industriellen Bauens stellt damit die Reduktion der Variantenvielfalt und somit Reduktion der Variabilität in den Details und damit einhergehend die Verringerung der erheblichen Anzahl an zu fällenden Entscheidungen und Möglichkeiten durch den Bauherrn bzw. Planer dar. Diese Reduktion kann vor allem durch eine Planung serieller Anschluss- und Detailpunkte in Form unterschiedlicher Modul- und Elementvarianten nach immer wiederkehrenden ähnlichen Prinzipien ermöglicht werden. Das äußere Erscheinungsbild sowie die Gesamtästhetik eines Bauwerks bleiben davon im Falle einer konsequenten Detaillierung weitestgehend unberührt.⁵⁷¹

Das im Bauwesen wesentliche Ziel – wenn nicht sogar oberste Prämisse – der Einhaltung des Termin- und Kostenrahmens, kann durch die Anwendung industrieller Baumethoden für alle Beteiligten einen großen Nutzen stiften. Die immer währende Frage des Fertigstellungstermins eines Bauvorhabens schwebt wie eine Art Damoklesschwert über den Köpfen der beteiligten Planer und ausführenden Unternehmen. Um diesen präzise voraussagen zu können, bedarf es eines gut strukturierten Ablaufplanes aller Prozesse, welcher durch die Umsetzung Industrieller Methoden zum Großteil bereits die dafür notwendige Richtung vorgibt. Eine automatisierte Werksfertigung mit einer möglichst kurz zu haltenden Montagezeit samt umfassender Risikoeinschätzung aller Umfeldbedingungen erlaubt

⁵⁶⁶ Vgl. ROZYNSKI, D.; ROTH, C.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. S. 31

⁵⁶⁷ Vgl. LECHNER, H.: Erläuterungen zu LM.VM Objektplanung Architekt (OA). S. 5

⁵⁶⁸ Vgl. KOCHENDÖRFER, B.; LIEBCHEN, J. H.; VIERING, M. G.: Bau-Projekt-Management. S. 62

⁵⁶⁹ Vgl. KRATZENBERG, R.; LEUPERTZ, S.: VOB Teile A und B Kommentar. S. 2517 ff

⁵⁷⁰ Vgl. ROZYNSKI, D.; ROTH, C.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. S. 31

⁵⁷¹ Vgl. ROZYNSKI, D.; ROTH, C.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. S. 33

eine präzise Vorhersage des erwartbaren Fertigstellungstermins und fördert somit eine transparente Bauwerkserstellung.⁵⁷²

Ergänzend zu den in der einschlägigen Literatur erläuterten teils allgemein gehaltenen Vorteilen des Industriellen Bauens wurden im Rahmen einer im Jahr 2015 durchgeführten Expertenbefragung⁵⁷³ die Befragten zu den in der nachfolgenden Grafik (Bild 3.10) spezifisch angeführten Vorteilen um deren Einschätzung gebeten.⁵⁷⁴

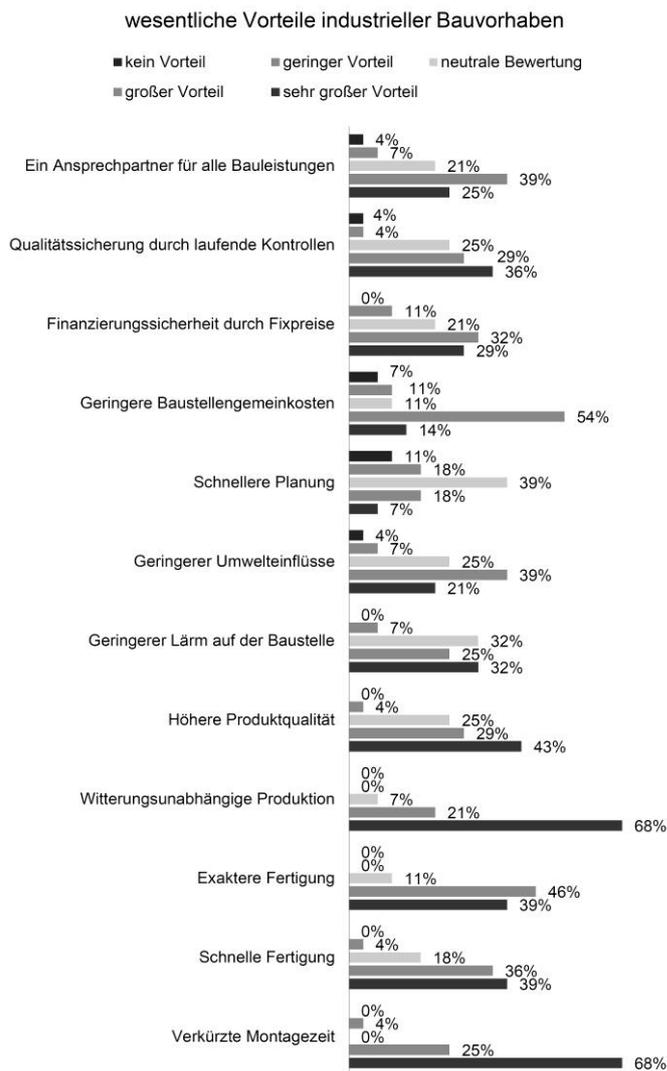


Bild 3.10 Vorteile des Industriellen Bauens – Expertenbefragung TU Graz 2015⁵⁷⁵

⁵⁷² Vgl. ROZYNSKI, D.; ROTH, C.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. S. 31

⁵⁷³ Vgl. HINTERSTEINER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 178

⁵⁷⁴ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEINER, K.; HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau. In: bauaktuell, Nr. 3/6. Jahrgang/Mai 2015. S. 104

⁵⁷⁵ HINTERSTEINER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 181

Es zeigt sich dabei, dass die befragten Experten bei fast allen angeführten Aspekten einen großen bis sehr großen Vorteil in der Industriellen Bauweise sehen. Vor allem das Thema einer verkürzten Montagezeit wird von 93 % als sehr großer bzw. großer Vorteil gesehen, welche sich vor allem aufgrund der Vorfertigung realisieren lässt. Die Vorfertigung in einer witterungsunabhängigen Produktion wird mit 89 % als sehr großer bzw. großer Vorteil bewertet. Der Aspekt einer schnellen Fertigung wird mit 39 % als sehr vorteilhaft bzw. 36 % als vorteilhaft angesehen. Auch das Thema exaktere Fertigung zeigt mit 46 % vorteilhaft und 39 % sehr vorteilhaft ein ähnliches Bild. Daraus ergibt sich auch die scheinbar höhere Produktqualität, welche gemäß den Befragten mit 72 % als sehr großer bzw. großer Vorteil bewertet. Auch das Thema der Qualitätssicherung durch laufende Kontrollen wird mit 65 % als sehr großer bzw. großer Vorteil angesehen. Das Thema der geringeren Baustellengemeinkosten, welche sich durch die Werksfertigung konsequenterweise ergibt, wird hingegen mit 54 % als großer Vorteil eingeschätzt. Ebenso wird die Situation lediglich einen Ansprechpartner für alle Bauleistungen zu haben mit 39 % als großer Vorteil gesehen. In Summe betrachtet zeichnet die Expertenbefragung ein ähnliches Bild wie die in der Literatur angegebenen Vorteile und bestätigt diese zusehends.⁵⁷⁶

3.2.3 Nachteile des Industriellen Bauens

Im Gegensatz zu den genannten Vorteilen sind auch Nachteile des Industriellen Bauens als nicht von der Hand zu weisende Argumente in diesem Zusammenhang zu nennen:⁵⁷⁷

- Verringerung der Flexibilität
- Notwendigkeit einer höheren Planungstiefe (in frühen Projektphasen)
- Sensibilisierung in Bezug auf die erforderlichen Bautoleranzen
- Einschränkungen in Bezug auf Größen- und Gewichtsbeschränkungen beim Transport

Zusätzlich zu den genannten Nachteilen bzw. Einschränkungen durch das Industrielle Bauen wurden im Rahmen der Expertenbefragung die Fachleute um eine Einschätzung der Schwierigkeiten und Risiken in der Abwicklung industrieller Bauvorhaben gebeten (Bild 3.11).⁵⁷⁸

⁵⁷⁶ Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 181

⁵⁷⁷ Vgl. GIRMSCHIED, G.; SCHEUBLIN, F.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. In: CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction. S. 13

⁵⁷⁸ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau. In: bauaktuell, Nr. 3/6. Jahrgang/Mai 2015. S. 104

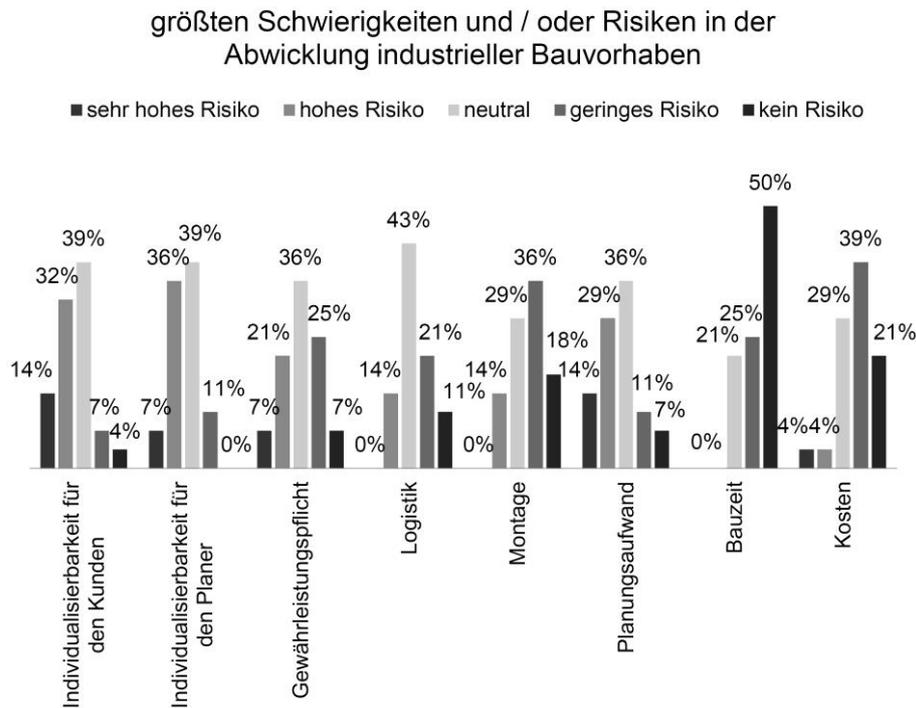


Bild 3.11 Schwierigkeiten und Risiken des Industriellen Bauens – Expertenbefragung TU Graz 2015 ⁵⁷⁹

Es zeigt sich, dass die befragten Experten vor allem den Aspekt der Individualisierbarkeit für den Kunden mit 46 % als sehr hohes bzw. hohes Risiko einschätzen. Die Individualisierbarkeit für den Planer wird mit 43 % als ähnlich hohes Risiko gesehen, wobei der Planungsaufwand für die Experten mit 43 % mit einem sehr hohen bzw. hohen Risiko behaftet ist. Hingegen wird das Thema Bauzeit mit 50 % als kein Risiko und das Thema Kosten mit 60 % als geringes bzw. nicht vorhandenes Risiko eingestuft. Die Themen Logistik, Gewährleistungspflicht und Montage werden von den Befragten als eher neutrales Risiko eingeschätzt.⁵⁸⁰

Schlussendlich hängt die Verteilung der Vor- und Nachteile jedoch immer vom Einsatzgebiet, vom Bausystem bzw. der Bauweise und vom Mechanisierungsgrad ab. Es zeigt sich, dass sich gerade eine mechanisierte Produktion zwar die Vorteile der Industrialisierung zu Nutze macht, jedoch das Thema der Individualisierbarkeit dabei weitestgehend verloren gehen kann. Dem ist insofern entgegen zu wirken, als dass eine Seriegestaltung im Detail erfolgt und mittels Methoden, wie bspw. der Mass Customization

⁵⁷⁹ HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 182

⁵⁸⁰ Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 182

(Vgl. dazu Kap. 3.1.2.3) ein großzügiges Maß an Entscheidungs- und Gestaltungsfreiheit sowohl für den Planer, als auch für den Bauherrn bestehen bleibt.⁵⁸¹

Unter Bezugnahme auf den Holzbau wird an dieser Stelle das Potenzial erkennbar, dass die Möglichkeiten einer industriellen Vorfertigung im Holzbau eine möglicherweise kostenreduzierende Alternative zu herkömmlichen Bauprozessen mit mineralischen oder anderen als konventionell einzustufenden Baustoffen bildet. Es gilt jedoch dabei eine intelligente Systematik in der Detaillierung und deren serieller Konzepte weiter zu entwickeln und bei den Anwendern zu etablieren, um einen größeren Grad an Standardisierung innerhalb eines Bausystems auch langfristig zu erreichen.⁵⁸²

⁵⁸¹ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 547 ff

⁵⁸² Vgl. KAUFMANN, H.: Der andere Bauprozess. In: Zuschnitt 50 – Konfektionen in Holz, Juni/2013. S. 5

3.3 Kennzeichen des Industriellen Bauens

Das Industrielle Bauen ist im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass es zu einer Übertragung einer industriellen Arbeitsweise aus der klassischen stationären Industrie auf die dezentrale Bauproduktion kommt (Vgl. Kap. 3.1.2.1). Wesentlich dabei ist vor allem das Ziel der Kostenreduktion durch die Rationalisierung der Arbeitsabläufe zur Steigerung der Effizienz selbiger.⁵⁸³

3.3.1 System, Systembau und Bausystem

Die oftmals synonym verwendeten Begriffe Systembau, Bausystem und Industrielles Bauen verfolgen im Wesentlichen ähnliche Ziele, nämlich jene der Standardisierung der Komponenten sowie Rationalisierung in der Umsetzung. Dennoch ist zwischen den einzelnen Begriffen durchaus zu differenzieren.

Der Begriff *System* stellt eine ganzheitliche Menge geordneter Elemente unter Berücksichtigung einzelner Merkmale dar, welche miteinander durch unterschiedliche Relationen verknüpft sind. Dabei ergibt die Gesamtheit aller Relationen eine Struktur, wobei das Element ein Teil eines Systems ist und nicht weiter zerlegt werden kann. Unter der Struktur aller Elemente wird auch der Begriff Organisation verstanden.⁵⁸⁴ Das System ist somit als Prinzip zu verstehen, nach dem etwas organisiert bzw. als Plan, nach welchem vorgegangen wird und stellt ein Gefüge einzelner Elemente dar, welche als einheitlich geordnetes Ganzes in zuvor festgelegter Weise zugeordnet werden können.⁵⁸⁵ Den systemtheoretischen Grundlagen folgend können dabei sowohl eine Klassifizierung von verschiedenen Systemen, sowie ein genereller Systemansatz für Produktionssysteme erfolgen, sowie sich auch in Form industrialisierter Bausysteme äußern.⁵⁸⁶

Der Begriff *systematisch* impliziert im Zusammenhang mit einem System eine planmäßige und gezielte Gliederung, welche sinnvoll und mit Absicht zur Erreichung eines Zieles vorgenommen wurde.⁵⁸⁷

Dieser Definition des Systems folgend, wird unter dem Begriff *Systembau* oftmals eine planmäßige und gezielte Herangehensweise im Bauwesen verstanden, wobei vorausgesetzt wird, dass die einzelnen Elemente bzw. Bauteile nach sinnvollen Prinzipien zu einem Bausystem geordnet und in

⁵⁸³ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529

⁵⁸⁴ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/3210/system-v13.html>. Datum des Zugriffs: 07. September. 2017

⁵⁸⁵ Vgl. DUDEN: Fremdwörterbuch. S. 792

⁵⁸⁶ Vgl. KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gehbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009. S. 12

⁵⁸⁷ Vgl. DUDEN: Fremdwörterbuch. S. 792

einer Struktur verknüpft werden.⁵⁸⁸ Dennoch ist der Systembau dabei aber nicht zwingend auch als Industrialisierung im Sinne einer Vorfertigung anzusehen.⁵⁸⁹ Es wird darunter jedoch die Berücksichtigung der gesamten Bauaufgabe mit dem Ziel, die Vorteile einer Industrialisierung für das Bauen zu nutzen, verstanden.⁵⁹⁰

Der Begriff *Bausystem* kombiniert das Wort Bauen und das Wort System mit dem Ziel, durch die Zusammenführung eine planmäßige, also eine systematische Zuordnung einzelner Bestandteile in einem System und Beziehungen untereinander herzustellen. Ein Bausystem besteht demnach aus der Summe aller Elemente und deren sinnvoller und geplanter Kombination miteinander.⁵⁹¹ Im Rahmen der Anwendung eines Bausystems ist es daher das Ziel, einzelne Bauelemente sowie auch deren Fügung untereinander systematisch aufeinander abzustimmen, wobei hierzu im Vorfeld im Rahmen der Entwicklung eines Bausystems eine Typisierung und Maßkoordination (Vgl. Kap. 3.4.3) erforderlich ist.⁵⁹² Die Sinnhaftigkeit eines Bausystems hängt von den Randbedingungen und Kriterien ab, welche dem Bausystem zugrunde liegen und kann länder- und unternehmensspezifisch variieren.⁵⁹³ Bausysteme sowie auch Baukastensysteme weisen zumeist einen hohen Grad an Komplexität der zugrunde liegenden Bestandteile auf und werden zur weiteren Kostenoptimierung für den Einsatz in unterschiedlichen Anwendungsbereichen entwickelt (Vgl. Kap. 3.1.2.3).⁵⁹⁴ Die Qualität eines Bausystems zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass Aufgaben einzelner Elemente deckungsgleich sind oder sich auch lediglich zum Teil überschneiden können. Eine derartige Überlagerung einzelner Untersysteme sowie die Kompatibilität ineinander und zueinander bilden die Basis eines Bausystems und formt damit die Qualitätskriterien und den Qualitätsanspruch innerhalb eines Bausystems.⁵⁹⁵

Der Begriff *Industrielles Bauen* (Vgl. Kap. 3.1.2.1) umfasst im Gegensatz dazu die Methodik, wie etwas hergestellt wird und wie hoch der Mechanisierungsgrad im Rahmen des Herstellungsprozesses ist. Er beinhaltet dabei nicht die eigentliche Standardisierung der Elemente eines herzustellenden Bausystems. Diese wird unter dem Überbegriff der *Industrialisierung im Bauwesen* (Vgl. Kap. 3.1.2.2) verstanden.

⁵⁸⁸ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 22

⁵⁸⁹ Vgl. KONCZ, T.: Bauen industrialisiert. S. 15

⁵⁹⁰ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 23

⁵⁹¹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 42

⁵⁹² Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 42

⁵⁹³ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 22

⁵⁹⁴ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 34

⁵⁹⁵ Vgl. PROCHINER, F.: Zukunftsorientierte Fertigungs- und Montagekonzepte im industriellen Wohnungsbau. S. 49

3.3.2 Gegenüberstellung industrielle Produktion und Industrielles Bauen

Zur Erreichung einer Industrialisierung im Bauwesen können zwei unterschiedliche Konzepte verfolgt werden: einerseits kann diese durch eine prozessorientierte Arbeitsvorbereitung erfolgen, andererseits kann sie auch durch die Automatisierung der Maschinen im Rahmen der Vorfertigung von Bauteilen realisiert werden. Allerdings gilt es dabei zu beachten, dass lediglich im Wechsel von einer manuellen hin zur maschinellen Arbeitsweise noch keine erfolgreiche Industrialisierung liegt. Erst wenn in sämtlichen Arbeitsprozessen innerhalb eines Unternehmens der Automatisierungs- und Rationalisierungsgedanke der Vorfertigung integriert werden konnte, kann tatsächlich von Industrialisierung gesprochen werden.⁵⁹⁶ Die grundsätzlichen Kriterien sind dabei die Systematisierung der Ablaufplanung sowie die Standardisierung von Produkten und Arbeitsschritten unter Beibehaltung einer hinreichenden Produktvielfalt und Flexibilität. Dabei spielt auch das Thema einer Fokussierung auf eine bestimmte Marktnische hin eine ebenso wichtige Rolle wie die enge Kooperation zwischen den ausführenden Unternehmen und den an der Planung beteiligten Personen. Hierzu bedarf es geeigneter Geschäfts- und Kooperationsmodelle, welche teils auf für die Bauwirtschaft untypischen unkonventionellen Geschäftsmodellen beruhen (Vgl. Kap. 2.5.3).⁵⁹⁷

In der nachfolgenden Darstellung (Tabelle 3.1) nach *Girmscheid* werden die Merkmale einer industriellen Produktion den Anforderungen an das Industrielle Bauen gegenübergestellt.⁵⁹⁹

Tabelle 3.1 Merkmale der industriellen Produktion und deren Parallelen in der Bauwirtschaft⁵⁹⁸

Merkmale industrieller Produktion	Anforderungen an industrielles Bauen
zentralisierte Produktion	Vorfertigung von Bauteilen im Werk
Massenfertigung / zunehmend variable Fertigung	Entwicklung von variablen Grundtypen
Fertigung auf Basis standardisierter Lösungen und Produktion von Varianten	Standardisierung von Bauteilen bei Flexibilität in der Gestaltung
Spezialisierung	Konzentration auf bestimmte Marktsegmente
Integration von Planung, Produktion und Marketing	Interaktion von Planung, Konstruktion, Produktionsplanung und Produktion sowie Marketing unter Einbezug des Unternehmers
Optimierte Prozesse und Organisation	Optimierung der Planungs- und Produktionsprozesse in Bezug auf Automatisierung und Mechanisierung

⁵⁹⁶ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 6

⁵⁹⁷ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 6 ff

⁵⁹⁸ GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 7

⁵⁹⁹ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. S. 7

Dabei zeigt sich, dass einige grundsätzliche Parallelen zwischen der industriellen Produktion und den Anforderungen an das Industrielle Bauen bestehen, welche allerdings in der Bauwirtschaft bis dato lediglich zum Teil umgesetzt werden konnten. Eine Vergleichbarkeit der Industrie mit dem Bauwesen ist allerdings aufgrund der Unterschiede nicht zielführend.

Im Holzbau und an dieser Stelle vor allem im Bereich der Vorfertigung, konnten in den letzten Jahren durch die Mechanisierung in den Produktionsstätten wesentliche Schritte gesetzt werden, welche die Industrialisierung als Ganzes vorantreiben. Die Verlagerung der Fertigung von der witterungsabhängigen und oftmals ineffizient wirkenden Baustelle in ein vorgelagertes Produktionswerk bewirkt eine präzise (Vor-)Fertigung, wodurch die oftmals zu Konflikten und vertraglichen Streitigkeiten führenden Themen der (Bau-)Toleranzen sowie auftretenden Mängel größtenteils im überschaubaren Rahmen gehalten werden. Andererseits kann aufgrund der Mechanisierung und Digitalisierung das Thema Verschnitt bei (flächigen) Materialien weiter optimiert werden. Letztlich beinhalten all diese Kennzeichen eine Reduktion des zeitlichen, finanziellen und ressourcenschonenden Produktionsaufwandes, ganz abgesehen von den ergonomischen Arbeitsbedingungen, den kurzen Weg in einer Produktion sowie der optimierten Lagerhaltung.⁶⁰⁰

Innerhalb einer industriellen Produktion stellt eine zentralisierte Fertigung an einem Ort das wesentlichste Kriterium selbiger dar, welches unter dem Schutz vor äußeren Witterungseinflüssen eine Optimierung des Fertigungsablaufes erlaubt. Wird dieser Grundsatz auf das Industrielle Bauen übertragen, so kann der Grundsatz einer (Vor-)Fertigung einzelner Bauteile oder Baugruppen als Vorteil genutzt werden, was ähnlich wie in der industriellen Produktion eine Strukturierung der Workflow-Prozesse mit sich bringt und damit durch die Eliminierung der Suchzeiten für Materialien eine Zeit- und Kostenersparnis birgt. Die industrielle Fertigung zeichnet sich durch die Produktion von Massen und Serien aus, wobei in den letzten Jahren ein zunehmender Anteil an Individualisierung auch in der variablen Fertigung industrieller Güter Einzug gehalten hat. Diesen Aspekt der Fertigung unter Einbeziehung individueller Aspekte greift die Mass Customization auf (vgl. Kap. 3.1.2.3) und wird dabei als Schlüssel und Voraussetzung für die Implementierung des Industriellen Bauens gesehen, was durch die Flexibilisierung in den neuen Produktionstechnologien auch realisierbar wird und zu einer variablen und individualisierbaren Produktpalette führt.⁶⁰¹

Zur Erreichung eines Kostenvorteils durch die Industrialisierung wird sowohl in der Produktion, als auch im Industriellen Bauen neben der Individualisierung auch eine größtmögliche Standardisierung vorangetrieben,

⁶⁰⁰ Vgl. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HOLZFORSCHUNG E.V. -DGFH-, M.: Innovativer Holzsystembau: Ergebnisse des Verbundvorhabens Rationalisierungspotential im Holzbau – Planung, Fertigung, Auf- und Ausbau. Forschungsbericht. S. 13

⁶⁰¹ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529

um serielle Konzepte in den einzelnen Varianten zu ermöglichen, unabhängig davon, ob es Produktionsgüter oder Bauelemente sind. Der wesentliche Grundsatz der Flexibilität in der zumeist äußeren Gestaltung bei gleichzeitiger Nutzung serieller Details erlaubt auch die Individualisierung innerhalb einer Serienproduktion. Die Basis bildet dabei ein Baukastensystem, mit welchem unterschiedliche Elemente und Module individuell kombinierbar werden und eine flexible Entwurfsgestaltung erlauben. Dies bedarf aufgrund der zumeist in der Planung geforderten hohen Komplexität einer detaillierten Schnittstellenplanung sowie eines erheblichen Planungs- und Detailierungsaufwandes.

Industrielle Produktionen spezialisieren sich auf eine reduzierte Anzahl an industriellen standardisierbaren Produkten und optimieren die Abläufe zur Herstellung dieser bis ins kleinste Detail. Nicht eine breite Palette an Produkten ermöglicht eine Kostenführerschaft, sondern eine kleine Bandbreite gleicher oder ähnlicher Erzeugnisse lässt eine Rationalisierung der Prozesse sowie eine Optimierung im Rahmen des Wettbewerbs zu. Auch die Industrialisierung im Bauwesen wird nach einem ähnlichen Prinzip erfolgen (müssen), um die Vorteile auch tatsächlich nutzen zu können. Eine ausgeklügelte Marktsegmentierung impliziert gleichzeitig auch eine große Herausforderung an die Etablierung zahlreicher Hersteller, Spezialisten und Zulieferindustrien, was im Bauwesen im Vergleich zu anderen stationären Industrien noch nicht Einzug gehalten hat. Der Komponentenbau ähnlich der Automobil- und Elektronikindustrie kann für viele KMUs im Bauwesen einen großen Vorteil darstellen. Eine Industrialisierung erfordert generell eine enge Kooperation zwischen allen Beteiligten. Die Bereiche Planung, Produktion und Marketing müssen in der industriellen Produktion integriert werden. Im Bauwesen muss es zu einer verstärkten und kooperativen Interaktion der planenden und ausführenden Unternehmen kommen, welche vor allem zum Zeitpunkt der Planung bereits die Arbeitsvorbereitung in vorbereitender Weise im Herstellungsprozess mitdenken.⁶⁰²

Letztlich stellen durchgängig optimierte Prozesse und umfassende Organisationen das zentrale Werkzeug sowie die Grundvoraussetzung zur Realisierung einer Industrialisierung im Bauwesen dar, was sich mittels Mechanisierung bis hin zur Automatisierung mit allen zusätzlichen und zeitgleichen Planungs- und Arbeitsabläufen durchaus erreichen lässt.⁶⁰³

⁶⁰² Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529

⁶⁰³ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529

3.3.3 Normung und Regelwerke im Industriellen Bauen

Das Thema Vorfertigung von Bauteilen ist in unterschiedlichen Normen und Regelwerken sowohl länder- als auch baustoffspezifisch geregelt. Daneben gibt es auch einige wenige Regelwerke, welche die allgemeinen normativen Grundlagen sowie einzelne Begriffe näher definieren.

3.3.3.1 Normen

In Österreich stellt die ÖNORM B 2310 Fertighäuser – Benennungen und Definitionen sowie Mindestleistungsumfang⁶⁰⁴ ein zentrales Regelwerk zur Begriffsbestimmung des Mindestleistungsumfanges unterschiedlicher vorgefertigter Fertighäuser dar. Die baustoffneutrale Festlegung darin ist zwar, wie im Titel ersichtlich, für den Bereich des Fertighauses erstellt worden, kann jedoch für sämtliche Bereiche des Hochbaus, also auch für allgemeine Wohngebäude, Bürobauten, Kindergärten, Schulen, Mehrzweckhäuser und Gebäude ähnlicher Nutzung herangezogen werden. Die Norm deckt jedoch nicht jene Bereiche ab, welche mit nicht-geschoßhohen vorgefertigten tragenden Bauelementen hergestellt werden. Darunter fallen bspw. Häuser aus Ziegel, Porenbeton, Hohlblock bzw. Mantelbetonsteinen sowie auch das Holzblockhaus. Ebenso gilt die Norm nicht für Bauwerke, welche nicht dem in Abschnitt 5 genannten Mindestleistungsumfang der Stufe 1, des Ausbauhauses (Vgl. Kap. 4.1.5), fallen.

Neben dieser grundsätzlichen Norm existiert eine große Anzahl baustoffspezifischer Normen, welche sich mit den Eigenschaften, der Herstellung und Verarbeitung einzelner Erzeugnisse sowie Fertigteile in den jeweiligen Baustoffen im Speziellen beschäftigen. An dieser Stelle sei auf die nachfolgenden Tabellen (Tabelle 3.3, Tabelle 3.3, Tabelle 3.4) verwiesen, welche nach Baustoffen getrennt einige diesbezügliche Normen für Österreich auflisten.

Tabelle 3.2 Normenauszug betreffend Fertigteile allgemein – Österreich

Norm	Ausgabe	Bezeichnung
Allgemein		
ÖNORM B 2310 ⁶⁰⁵	2009-05-01	Fertighäuser – Benennungen und Definitionen sowie Mindestleistungsumfang
ÖNORM DIN 18202 ⁶⁰⁶	2010-02-15	Toleranzen im Hochbau

⁶⁰⁴ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang. S. 3

⁶⁰⁵ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang. S. 1 ff

⁶⁰⁶ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM DIN 18202 (Ausgabe: 2010-02-15) Toleranzen im Hochbau – Bauwerke. S. 1 ff

Diese Auflistung stellt jedoch lediglich einen Auszug dar, da es zahlreiche zusätzliche baustoffspezifische Normen vor allem für die Herstellung und Qualitätsüberwachung sowie Prüfung und Prüfverfahren von Erzeugnissen und deren Anwendungsbereiche betreffend gibt.

Tabelle 3.3 Normenauszug betreffend Fertigteile aus Beton – Österreich

Norm	Ausgabe	Bezeichnung
Baustoff Beton		
ÖNORM B 2211 ⁶⁰⁷	2009-06-01	Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten – Werkvertragsnorm
ÖNORM B 3260 ⁶⁰⁸	2009-09-01	Betonfertigteile – Betonfertiggaragen – Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen
ÖNORM B 3328 ⁶⁰⁹	2012-04-01	Vorgef. Betonerzeugnisse – Anf., Prüfungen und Verfahren für den Nachw. der Normkonformität von Fertigteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
ÖNORM EN 13369 ⁶¹⁰	2017-05-15 (Entwurf) vorm. 2013-06-01	Allgemeine Regeln für Betonfertigteile
ÖNORM EN 13693 ⁶¹¹	2009-09-15	Betonfertigteile – Besondere Fertigteile für Dächer
ÖNORM EN 14992 ⁶¹²	2012-09-01	Betonfertigteile – Wandelemente
ÖNORM EN 14843 ⁶¹³	2007-08-01	Betonfertigteile – Treppen
ÖNORM EN 14991 ⁶¹⁴	2007-08-01	Betonfertigteile – Gründungselemente
ÖNORM EN 15050 ⁶¹⁵	2012-05-15	Betonfertigteile – Fertigteile für Brücken
ÖNORM EN 13978-1 ⁶¹⁶	2005-08-01	Betonfertigteile – Betonfertiggaragen – Teil 1: Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen

⁶⁰⁷ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2211 (Ausgabe: 2009-06-01) Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten. S. 1 ff

⁶⁰⁸ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 3260 (Ausgabe: 2009-09-01) Betonfertigteile – Betonfertiggaragen – Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen. S. 1 ff

⁶⁰⁹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 3328 (Ausgabe: 2012-04-01) Vorgefertigte Betonerzeugnisse – Anforderungen, Prüfungen und Verfahren für den Nachweis der Normkonformität von Fertigteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. S. 1 ff

⁶¹⁰ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 13369 (Ausgabe: 2017-05-15) Allgemeine Regeln für Betonfertigteile. S. 1 ff

⁶¹¹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 13693 (Ausgabe: 2009-09-15) Betonfertigteile – Besondere Fertigteile für Dächer. S. 1 ff

⁶¹² Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 14992 (Ausgabe: 2012-09-01) Betonfertigteile – Wandelemente. S. 1 ff

⁶¹³ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 14843 (Ausgabe: 2007-08-01) Betonfertigteile – Treppen. S. 1 ff

⁶¹⁴ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 14991 (Ausgabe: 2007-08-01) Betonfertigteile – Gründungselemente. S. 1 ff

⁶¹⁵ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 15050 (Ausgabe: 2012-05-15) Betonfertigteile – Fertigteile für Brücken. S. 1 ff

⁶¹⁶ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 13978-1 (Ausgabe: 2005-08-01) Betonfertigteile – Betonfertiggaragen – Teil 1: Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen. S. 1 ff

Tabelle 3.4 Normenauszug betreffend Fertigteile aus Holz – Österreich

Norm	Ausgabe	Bezeichnung
Baustoff Holz		
ÖNORM B 2215 ⁶¹⁷	2017-12-01	Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm
ÖNORM B 2320 ⁶¹⁸	2017-08-01	Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen
ÖNORM B 2330 ⁶¹⁹	2015-12-01	Brandschutztechnische Ausführung von mehrgeschossigen Holz- und Holzfertighäusern Anforderungen und Ausführungsbeispiele
ÖNORM B 2331 ⁶²⁰	2015-12-01	Brandschutztechnische Ausführung von Einbauten in Holz- und Holzfertighäusern
ÖNORM B 2340 ⁶²¹	2007-08-01	Luftdichtheit der Gebäudehülle von Holz- und Holzfertighäusern
ÖNORM B 3804 ⁶²²	2003-03-01	Holzschutz im Hochbau – Gebäude errichtet aus vorgefertigten Holzbauteilen – Voraussetzung für die Reduktion von chemischen Holzschutzmaßnahmen
ÖNORM EN 14250 ⁶²³	2010-04-01	Holzbauwerke – Produktanforderungen an vorgefertigte tragende Bauteile mit Nagelplattenverbindungen

Aufgrund der Harmonisierung im europäischen Normungswesen finden sich zahlreiche Normen auf EU-Ebene, welche das Thema Fertigteile behandeln. Auf europäischer Ebene beschäftigen sich die Technischen Ausschüsse, die Technical Committee (TC) des Europäischen Komitees für Normung sowie das Comité Européen de Normalisation (CEN) in den Europäischen Standards (EN) mit dem Thema Fertigteile.

Ergänzend zu den angeführten Normen sind EU-weit als auch länderspezifisch zahlreiche weitere offizielle Regelwerke und Nachweise, als auch branchenspezifische nicht gesetzlich verankerte Empfehlungen und Hinweise einzelner Materialien, Fertigteile, deren Herstellung, Anwendung

⁶¹⁷ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2215 (Ausgabe: 2017-12-01) Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm. S. 1 ff

⁶¹⁸ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2320 (Ausgabe: 2017-08-01) Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen . S. 1 ff

⁶¹⁹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2330 (Ausgabe: 2015-12-01) Brandschutztechnische Ausführung von mehrgeschossigen Holz- und Holzfertighäusern Anforderungen und Ausführungsbeispiele. S. 1 ff

⁶²⁰ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2331 (Ausgabe: 2015-12-01) Brandschutztechnische Ausführung von Einbauten in Holz- und Holzfertighäusern. S. 1 ff

⁶²¹ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2340 (Ausgabe: 2007-08-01) Luftdichtheit der Gebäudehülle von Holz- und Holzfertighäusern. S. 1 ff

⁶²² Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 3804 (Ausgabe: 2003-03-01) Holzschutz im Hochbau – Gebäude errichtet aus vorgefertigten Holzbauteilen – Voraussetzung für die Reduktion von chemischen Holzschutzmaßnahmen. S. 1 ff

⁶²³ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM EN 14250 (Ausgabe: 2010-04-01) Holzbauwerke – Produktanforderungen an vorgefertigte tragende Bauteile mit Nagelplattenverbindungen. S. 1 ff

und vor allem Verarbeitungsrichtlinien zu nennen. Im Detail werden hierzu nachfolgend einige offiziell gültige Vorgaben angeführt.

3.3.3.2 Bauproduktenverordnung

Die EU-Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO)⁶²⁴ aus dem Jahr 2011, welche in Österreich im Jahr 2013 die seit dem Jahr 1998 gültige Bauproduktenrichtlinie ersetzte, regelt EU-weit harmonisierte Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten somit auch von Fertigteilen. Im Zuge dieser Verordnung ist es notwendig, dass für ein Produkt eine Leistungserklärung erstellt wird, bevor es auf den Markt kommt. Die BauPVO dient der Beseitigung von Handelshemmnissen im europäischen Binnenmarkt.⁶²⁵

In diesem Zusammenhang treten auch Begriffe bzw. Bezeichnungen, wie die CE-Kennzeichnung, das ÜA-Zeichen sowie die ETA auf, welche nachfolgend erläutert werden.

3.3.3.3 CE-Kennzeichnung

Die im Jahr 1985 von der Europäischen Union eingeführte und national in Österreich und zahlreichen anderen EU-Ländern in der nationalen Gesetzgebung bereits umgesetzte CE-Kennzeichnung wird an dieser Stelle stellvertretend für andere Kennzeichen und Gütesiegel⁶²⁶ beschrieben. Die CE-Kennzeichnung eines Bauproduktes, und damit auch jene eines Fertigteilens, bestätigt die Konformität der hergestellten Bauteile mit der dafür relevanten EU-Richtlinie Nr. 765/2008⁶²⁷, sowie die Einhaltung der darin genannten Vorschriften im Rahmen der Vermarktung.⁶²⁸ Die CE-Kennzeichnung für Produkte ist seit dem Jahr 2011 für alle am europäischen Markt in Verkehr zu bringenden Produkte zwingend vorgeschrieben. Sie ist als Verordnung weder als ein Qualitätsmerkmal zu verstehen, noch hat sie den Status einer Norm. Der Inverkehrbringer eines Produktes bestätigt mit der CE-Kennzeichnung seines Produktes die besonderen Anforderungen an sein von ihm vertriebenes Produkt und deren Einhaltung.⁶²⁹

⁶²⁴ Vgl. EUROPÄISCHE UNION: Verordnung (EG) Nr. 305/2011 des europäischen Parlaments und Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2011. S. 1 ff

⁶²⁵ Vgl. <http://www.bmub.bund.de/themen/bauen/bauwesen/gesetzgebung-und-leitfaeden/bauproduktenrecht/eu-bauproduktenverordnung/>. Datum des Zugriffs: 14.November .2017

⁶²⁶ Vgl. WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. S. 32 ff

⁶²⁷ Vgl. EUROPÄISCHE UNION: Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des europäischen Parlaments und Rates über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung in Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2008. S. 1 ff

⁶²⁸ Vgl. <https://www.austrian-standards.at/produkte-leistungen/zertifizierung/ce-kennzeichnung/>. Datum des Zugriffs: 4.September .2017

⁶²⁹ Vgl. <https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten>. Datum des Zugriffs: 4.September.2017

3.3.3.4 ÜA-Zeichen

Des Weiteren ist in diesem Zusammenhang der österreichweit gültige Übereinstimmungsnachweis in Form der Übereinstimmung Austria (ÜA-Zeichen) zu nennen. Diese Kennzeichnung legt für all jene Baustoffe, welche nicht der CE-Kennzeichnung unterliegen, die Anforderungen für den in Österreich geltenden Gebrauchsnachweis gemäß der Österreichischen Baustoffliste ÖA fest. Baustoffe und vorgefertigte Bauteile, welche die in der ÖA angegebenen Anforderungen erfüllen, dürfen mit dem ÜA-Zeichen gekennzeichnet werden. Das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB) ⁶³⁰ bezeichnet in seiner holzbauspezifischen Richtlinie *OIB-095.3-004/08 – Checkliste vorgefertigte Wand- und Deckenbauteile mit hölzerner Tragkonstruktion* ⁶³¹ all jene Produkte als vorgefertigte Bauteile, welche mindestens beidseitig, entweder mit Plattenwerkstoffen beplankt oder anderwärtig verkleidet sind, und somit als geschlossen anzusehen sind. Bauteile, bei welchen die zweite Beplankung nicht im Werk, sondern im Kontext der Montage auf der Baustelle aufgebracht wird, sind von der ÜA-Kennzeichnungspflicht ausgenommen. ⁶³²

3.3.3.5 Europäische Technische Bewertung

Eine bis zum Inkrafttreten der Bauproduktenverordnung Europäisch Technische Zulassung (European Technical Approval), welche seit dem Jahr 2013 im Sinne der Bauproduktenverordnung als Europäische Technische Bewertung (European Technical Assessment – ETA) bezeichnet wird, stellt einen allgemein anerkannten Nachweis dar, welcher die Brauchbarkeit eines Bauproduktes regelt. Dabei werden sämtliche Prüfungen, Untersuchungen und technische Gutachten gemäß dem in der jeweiligen ETA vorgegeben Schema vorgenommen, welches durch die Erteilung der ETA für den Produkthersteller die CE-Kennzeichnung erlaubt und somit den Marktzugang ermöglicht. ⁶³³

In diesem Zusammenhang ist für die technische Zulassung von Fertigteilen aus Holz vor allem die Leitlinie für die europäische technische Zulassung ETAG 007 – Bausätze für den Holzbau ⁶³⁴ (Guidline for european technical approval of timber building kits) gemäß dem Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) zu nennen. Ebenso erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang die europäische technische Zulassung ETAG 019 –

⁶³⁰ Vgl. <https://www.oib.or.at/>. Datum des Zugriffs: 09.März.2018

⁶³¹ Vgl. ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB – Checkliste Vorgefertigte Wand- und Deckenbauteile mit hölzerner Tragkonstruktion. S. 1 ff

⁶³² Vgl. <https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten>. Datum des Zugriffs: 4.September.2017

⁶³³ Vgl. <https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/zulassungen>. Datum des Zugriffs: 14.November.2017

⁶³⁴ Vgl. ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB-467-023/13 Ausgabe 2012 Leitlinie für die europäische technische Zulassung (ETAG) – ETAG 007 Bausätze für den Holzbau. S. 1 ff

Vorgefertigte tragende Tafeln aus Holz und Holzwerkstoffen⁶³⁵ (Guidline for european technical approval for prefabricated wood-based loadbearing stressed skin panels) des OIB.

3.3.3.6 Standardleistungsbeschreibung

Eine standardisierte Leistungsbeschreibung (StLB) dient neben den allgemein gültigen Normen und Vorschriften als wesentliche Basis zur Erstellung von Bauausschreibungen (Vgl. Kap. 2.3.1). Dabei ist die StLB grundsätzlich aufgrund des in Österreich seit dem Jahr 2006 geltenden Bundesvergabegesetzes (BVerG)⁶³⁶ für alle Ausschreibungen für Bau- und Dienstleistungen der Öffentlichen Hand verpflichtend anzuwenden.

In den unterschiedlichen Leistungsgruppen (LG) werden gewerkespezifisch vorformulierte widerspruchsfreie Ausschreibungstexte seitens des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (bmdw)^{637, 638} im Rahmen der jeweils gültigen Fassung der Standardleistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB) in regelmäßigen Abständen herausgegeben.⁶³⁹

Im Rahmen der aktuellen Fassung der LB-HB Version 020⁶⁴⁰ sind in der Leistungsgruppe 16 (LG 16) Positionen für Fertigteile in der eigens für den Fertigteilbau geschaffenen Leistungsgruppe zur Ausschreibung von Fertigteilen aus Beton zu finden. Diese wurden in Anlehnung an die Leistungsgruppe 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten erarbeitet, um auf deren Basis möglichst eindeutige, vollkommene und neutrale Ausschreibungstexte für Halbfertigteile und Fertigteile aus Beton vorzufinden.

Die für den Holzbau maßgebliche Standardleistungsbeschreibung LG 36 ist in Kap. 4.4.1 detailliert beschrieben.

⁶³⁵ Vgl. ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB-467-023/13 Ausgabe 2004 Leitlinie für die europäische technische Zulassung (ETAG) – ETAG 019 Vorgefertigte tragende Tafeln aus Holz und Holzwerkstoffen. S. 1 ff

⁶³⁶ Vgl. BUNDESKANZLERAMT ÖSTERREICH: Bundesgesetz über die Vergabe von Aufträgen (Bundesvergabegesetz 2006 – BVerG 2006) – BGBl. I Nr. 17/2006 idgF. S. 1 ff

⁶³⁷ Vgl. <https://www.bmdw.gv.at/HistorischeBauten/HistorischeBautenBauservice/Seiten/StandardisierteLeistungsbeschreibungen.aspx>. Datum des Zugriffs: 27.April.2018

⁶³⁸ vormals Bundesministerium für Wirtschaft, Forschung und Wissenschaft (bmfw)

⁶³⁹ Vgl. MEHRL, C.: Die neue standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – begleitender Leitfaden zur LG HB 36 – Holzbauarbeiten). S. 3 ff

⁶⁴⁰ Vgl. BMWFW, B. W.: Standardisierte Leistungsbeschreibung Kennung: HB Version: 020 (Ausgabe: 30. Mai 2015) Leistungsbeschreibung Hochbau. S. 1 ff

3.4 Merkmale des Industriellen Bauens – Ordnung, Systeme, Bauweisen und Maßordnung

Innerhalb des Bauwesens und dabei speziell im Hochbau, können prinzipiell verschiedene Bauweisen unterschieden werden. Dabei erfolgt eine Trennung in die Massivbauweisen, welche vorwiegend mit den Baustoffen Beton und Mauerwerk, aber auch durch Massivholz umgesetzt werden und welche hauptsächlich für massive, meist flächen- bzw. kubaturformende Konstruktionen die Basis bilden. Des Weiteren wird in die Leichtbauweise mit den Baustoffen Stahl und Holz differenziert, welche eher in filigranen, meist stabförmigen Leichtbaukonstruktionen Anwendung finden. Um dem Grundsatz der Standardisierung innerhalb des Industriellen Bauens gerecht zu werden, ist es – unabhängig von der Bauweise – erforderlich, möglichst viele gleiche oder zumindest annähernd ähnliche Bauteile zu fertigen.⁶⁴¹ In Abhängigkeit des zugrunde liegenden Bausystems bestehen Bauwerke daher entweder aus linienförmigen, flächigen oder auch aus dreidimensionalen Elementen, wobei diese meist in Kombination und selten in Reinform auftreten.⁶⁴²

3.4.1 Ordnung

Bei der Betrachtung der Gesamtordnung eines Bauwerkes können drei wesentliche der Ordnung zugrunde liegende Kriterien als die drei fundamentalen Dimensionen oder auch Kategorien, welche zueinander in enger Wechselbeziehung stehen, zugeordnet werden. Diese sind die Form, die Funktion sowie die Konstruktion. Bereits der römische Ingenieur und Architekt *Vitruv* (Vgl. Kap.3.1.1) hielt diese drei Dimensionen als *venustas* (Form), *utilitas* (Funktion) sowie *vertustats* (Dauerhaftigkeit), welche durch die Konstruktion zu gewährleisten sind, in seinen *Zehn Büchern über Architektur*⁶⁴³ fest.⁶⁴⁴

3.4.2 System – offen und geschlossen

Alle konventionellen als auch industriellen Bauweisen beruhen grundsätzlich auf Systemen und Maßordnungen, welche die jeweilige Bauweise charakterisieren. Dabei wird unterschieden, ob sich das System auf das große Ganze eines Bauwerkes oder lediglich auf einen Teilbereich, bspw. die Tragkonstruktion, den Ausbau, die Fassade etc. bezieht. Des Weiteren

⁶⁴¹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 41

⁶⁴² Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 42

⁶⁴³ Vgl. ROSE, V.; MÜLLER-STÜBING, H.: Vitruvii – De architectura libri decem. S. 1 ff

⁶⁴⁴ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 20

kann das System für ein spezielles Bauvorhaben entwickelt werden, oder im Falle eines Bausystems, für unterschiedliche Anwendungen gültig sein.⁶⁴⁵

Der Definition des Begriffs *System* (vgl. Kap. 3.3.1) folgend, können Bausysteme in zwei Systeme unterschieden werden, einerseits in *offene Systeme* und andererseits in *geschlossene Systeme*. Im Falle eines Systems, welches lediglich für ein Bauvorhaben entwickelt wurde, wird dieses als geschlossenes System verstanden. Ein für zahlreiche verschiedenartige Bereiche entwickeltes Bausystem wird hingegen als offenes System bezeichnet (Bild 3.12).⁶⁴⁶

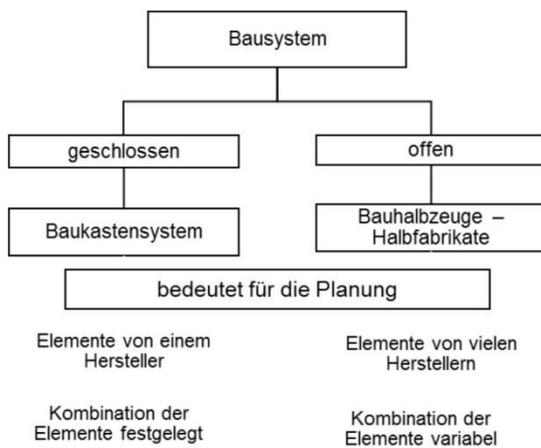


Bild 3.12 Merkmale eines Bausystems⁶⁴⁷

Im Rahmen der Konzeptionierung eines Bausystems ist darauf zu achten, ob für den Rohbau oder bspw. auch den Ausbau ein separates Teilsystem zu entwickeln ist oder ob im Bausystem sämtliche Subsysteme zusammengefasst werden. Dabei ist vor allem die Möglichkeit der Addition, Substitution und Variabilität von entscheidender Bedeutung.⁶⁴⁸

Beim Ansatz eines geschlossenen Systems zeigt sich, dass sämtliche Elemente von lediglich einem Produzenten hergestellt werden, unabhängig davon, ob sie im Rohbau, im Ausbau, in der Fassade etc. zum Einsatz gelangen. Der Grundsatz der exakten Abstimmung aufeinander erlaubt weder den Austausch noch die Erweiterung mit Elementen, welche nicht dem Bausystem entsprechen bzw. diesem entstammen, was eine zumindest für den Planer und Ausführenden geringere Gestaltungsfreiheit

⁶⁴⁵ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 42

⁶⁴⁶ Vgl. GIRMSCHIED, G.; SCHEUBLIN, F.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. In: CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction. S. 11

⁶⁴⁷ HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 45

⁶⁴⁸ Vgl. KONCZ, T.: Bauen industrialisiert. S. 28

ergibt, als dies im Vergleich dazu offene Systeme zulassen. Das Bauen mit offenen Systemen lässt hingegen die Möglichkeit der flexiblen Nutzung von Produkten unterschiedlicher Hersteller zu.⁶⁴⁹ Den meisten Produkten, welche industriell hergestellt werden, liegen geschlossene Systeme zugrunde, wobei sich diese bei Bauwerken aufgrund der sich ändernden Geometrie, Lage und Topographie als auch durch die individuelle Nutzung als nachteilig erweisen kann.⁶⁵⁰

Unter einem *Baukastensystem* (vgl. Kap. 3.1.2.3) ist ein geschlossenes System zu verstehen, bei welchem die einzelnen Elemente von einem Produzenten gebäudeunabhängig hergestellt werden (Bild 3.13). Der Baukasten beinhaltet eine bestimmte Anzahl an Elementen, welche unterschiedlich miteinander kombiniert werden können.^{651, 652}



Bild 3.13 Baukastensystem⁶⁵³ (links) im Vergleich zum Bausatz⁶⁵⁴ (rechts)

Als grundsätzliches Kennzeichen eines Baukastensystems ist vor allem der zum Zeitpunkt der Produktion unbekannt Einbauort sowie bei der Herstellung nicht feststehende Anwender anzusehen. Ebenso steht durch die Variabilität der einzelnen Elemente das Endergebnis zum Zeitpunkt der Produktion nicht fest. Dies unterscheidet sich vom *Bausatz* (Bild 3.13), bei welchem zum Zeitpunkt der Produktion zwar Anwender und Einsatzort unbekannt sind, jedoch das Endergebnis eindeutig feststeht, was sich im

⁶⁴⁹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 43

⁶⁵⁰ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 42

⁶⁵¹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 43

⁶⁵² Vgl. WINTER, S.; LECHNER, M.; KÖHLER, C.: Bauen mit WEITBLICK – Systembaukasten für den industrialisierten sozialen Wohnungsbau. Forschungsbericht. S. 62 ff

⁶⁵³ <http://www.pearl.de/a-NC1669-4460.shtml;jsessionid=j55E7EC340ADFDB183A2C2A5186F288BA>. Datum des Zugriffs: 7.September.2017

⁶⁵⁴ https://shops.audi.com/de_DE/web/collection/p/audi-r8-v10-bausatz-1-24-vegagelb-3201600300-10. Datum des Zugriffs: 07.September.2017

Falle von Gebäuden in einem Gebäudetyp mit zuvor festgelegtem Grundriss und geringer Variabilität äußert.⁶⁵⁵

Da ein System den Zusammenhang einzelner Elemente in einem geometrischen Ordnungsprinzip beschreibt, ist in der planmäßigen Festlegung der einzelnen Teile sowie deren Fügung untereinander systematisch vorzugehen.

Das offene System erlaubt es dem Planer und Anwender, die Produkte unterschiedlicher Hersteller miteinander zu kombinieren.⁶⁵⁶ Wird ein Bausystem als offenes System entwickelt, so besteht die größte Herausforderung darin, dass die einzelnen, von unterschiedlichen Herstellern entwickelten und produzierten Bauteile, untereinander auch kombinierbar bleiben. Zur Erreichung dieser Austauschbarkeit und Zuordenbarkeit einzelner Baugruppen und Module ist eine eindeutige *Maßkoordination* zwingend notwendig.⁶⁵⁷ Baukastensysteme erfordern diese Maßkoordination, da sie neben einer exakten Positionierung einzelner Elemente im System auch die Kombinationsmöglichkeiten untereinander festlegen. Die Maßkoordination bestimmt somit die Regelung der Zuordnung einzelner Elemente, wobei zu komplizierte Grund- und Detailregeln auch hemmend innerhalb des Systems sein können.⁶⁵⁸

3.4.3 Maßordnung

Die beschriebene Maßkoordination bestimmt somit unter Bezug einer einheitlichen *Maßordnung* mit Hilfe eines Zuordnungssystems, dem Raster, die exakte Lage sowie auch die Abmessung und Funktion eines Bauteiles ebenso wie die Verknüpfungen untereinander.⁶⁵⁹ Die dabei erforderliche Maßordnung, in einigen Fällen auch Modulordnung genannt, bildet die Basis jeglicher virtueller geometrischer Ordnungssysteme in einem Gebäude. Dabei beziehen sich die Lage und die Maße eines Moduls auf einen zuvor festgelegten Raster, welcher sich als räumliches Netz – bestehend aus Maßlinien – in Form zumeist quadratischer oder rechteckiger, meist rechtwinkelig zueinander angeordnete Grundformen ausbildet.⁶⁶⁰ Zur eindeutigen Festlegung einzelner Elemente untereinander werden Bezugsebenen, Bezugslinien und einzelne Bezugspunkte erforderlich, welche zueinander in einem festgelegten Abstand angeordnet sind. Dieser

⁶⁵⁵ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 23 ff

⁶⁵⁶ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 43

⁶⁵⁷ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 43

⁶⁵⁸ Vgl. KONCZ, T.: Bauen industrialisiert. S. 19

⁶⁵⁹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 45

⁶⁶⁰ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 30

Abstand wird auch als Modul bzw. Grundmodul eines geometrischen Ordnungssystems bezeichnet, wobei die Maßeinheit M als kleinste Einheit die Größe eines Moduls widerspiegelt und eine Längeneinheit darstellt.⁶⁶¹

Mittels eines Grundmoduls M bzw. dessen Vielfaches lassen sich in einer Planung die Grundmaße sowohl für den Rohbau als auch den Ausbau eindeutig festlegen, welche nicht nur in der Planung, sondern auch in der späteren Fertigung bis hin zur Montage ihre Gültigkeit beibehalten. Zur europa- und weltweiten Vereinheitlichung wurde ein Grundmodul $M = 100\text{ mm}$ durch die im Jahr 1961 gegründete *International Modular Group (IMG)* des *Conseil International du Batiment (CIB)*, der späteren *International Standard Organisation (ISO)*⁶⁶² festgelegt.⁶⁶³ Dabei gilt der Grundsatz, dass all jene Bauteile, welche sich auf diese Maßordnung des Moduls beziehen, ein ganzzahliges Vielfaches des Grundmoduls M sein müssen. Diesem Grundmodul M mit dem Wert 100 mm steht das Oktametermodul von 125 mm, welches in Deutschland in der Nachkriegszeit von *Ernst Neufert* (Vgl. Kap. 3.1.1) durch die Festlegung des Ziegelsteinmaßes entstanden ist, entgegen. Es wurde im Jahr 1955 installiert und ist bis heute – zumindest in Deutschland in Form der DIN 4172⁶⁶⁴ – etabliert, da es fernab des Systembaugedankens den Gedanken eines offenen Bausystems, sowohl für die tragende Ziegelkonstruktion, sowie auch für Ausbauteile und erforderliche Halbzeuge zulässt.⁶⁶⁵ Die kleinste Einheit des Oktameter-Systems ist 250 mm und somit jene, welche mit zehn multipliziert 2500 mm, also 2,5 m ergibt und exakt dem *Industriebaumaß (IBM)* entspricht. Dieses wurde weitläufig über die Jahre für die Erstellung von Achsabständen und Spannweiten bei Industriebauten gemäß der DIN 4171 herangezogen.⁶⁶⁶

Dieses *Grundmodul M* sowie auch dessen Vielfaches, das Multimodul, wird auch als Maßsprung in der Maßordnung bezeichnet und ist gemäß ÖNORM DIN 18000 Modulordnung im Bauwesen⁶⁶⁷ folgendermaßen definiert (Bild 3.14):

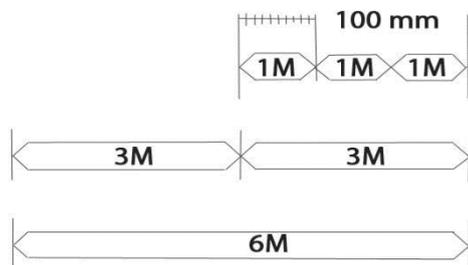


Bild 3.14 Modulordnung mit Grundmodul, Multimodul und Strukturmodul⁶⁶⁸

⁶⁶⁸ STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 44

Dabei ist anzumerken, dass das Grundmodul M mit 100 mm festgelegt ist. Somit entsprechen $3M = 300$ mm und $6M = 600$ mm, wobei 3 M als *Multimodul* und 6 M – ein Vielfaches des Multimoduls – als *Strukturmodul* bezeichnet wird. Das Strukturmodul legt die Koordinationsmaße eines Tragwerks fest.⁶⁶⁹ Ergänzend dazu sind auch nicht modulare Ergänzungsmaße für Passstücke und überlappende Anschlüsse mit $l = 25$ mm, 50 mm und 75 mm genormt, um nicht modulare Bauteile, welche quer oder längs im Bauwerk angeordnet sind, in nicht modularen Zonen, wie Mittel- oder Randlagen, anzuordnen.⁶⁷⁰

Das Zuordnungssystem in einer Maßordnung entsteht durch den Raster, welcher zweidimensional als *Flächenraster*, oder auch dreidimensional als *Raumraster* auftreten kann.⁶⁷¹ Raster werden im Systembau vor allem mit dem Ziel einer möglichst geringen Anzahl unterschiedlicher Typen von zueinander in Beziehung stehenden Elementen eingesetzt, welche sich möglichst oft wiederholen sollen, um dadurch eine Serienproduktion der Elemente zuzulassen.⁶⁷² Dabei ist es unerheblich, ob der Raster des Ausbaus jenem der Tragstruktur entspricht oder nicht. Lediglich die in den Rastern versetzten Teile erfordern gleiche Elemente (Elementgrößen), Lage und Abstände. Dies ist vor allem bei Skelettkonstruktionen und Schottenbauweisen (Vgl. Kap. 3.4.5) vorzufinden, wobei der Raster in diesem Fall auch als *Achsraster* (Bild 3.15) bezeichnet wird.⁶⁷³ Der Achsraster ist als mittig auf die Achse bezogene singuläre Bezugslinie eines Bauteiles bzw. Moduls zu verstehen, was sich aber auch nachteilig vor allem in der Darstellung von Bauteilstärken in den Schnitt- und Berührungspunkten auswirken kann. Da eine Bauteilstärke im Achsraster nicht dargestellt wird, ist es erforderlich, zusätzlich bei einzelnen Verbindungspunkten Sonderelemente zu konstruieren, welche dann die halbe oder auch ganze

⁶⁶² Vgl. <https://www.iso.org/home.html>. Datum des Zugriffs: 21.November.2017

⁶⁶³ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 28

⁶⁶⁴ Vgl. DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V.: DIN 4172 (Ausgabe: 2015-09) Maßordnung im Hochbau. S. 1 ff

⁶⁶⁵ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 28

⁶⁶⁶ Vgl. KONCZ, T.: Handbuch der Fertigteil-Bauweise – Band 1 Grundlagen, Dach- und Deckenelemente, Wandtafeln. S. 12

⁶⁶⁷ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM DIN 18000 (Ausgabe: 2003-04-01) Modulordnung im Bauwesen (zurückgezogen). S. 1 ff

⁶⁶⁸ STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 44

⁶⁶⁹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 44

⁶⁷⁰ Vgl. NEUFERT, E.; KISTER, J.: Neufert – Bauentwurfslehre. S. 47

⁶⁷¹ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 11

⁶⁷² Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 30

⁶⁷³ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 45

Bauteilstärke darstellen.⁶⁷⁴ Dieser *Linienraster* kann sowohl für die Konstruktion, als auch für den Ausbau herangezogen werden, wobei im Falle von Trennwänden fallweise diese aufgrund der Materialstärke als Sonderelemente zu planen sind.⁶⁷⁵ Im Gegensatz dazu beinhaltet der *Bandraster* (Bild 3.15) auch die Bauteilstärke in ihrer tatsächlichen Dimension und wird in ihrer Lage und Abmessung von zwei separaten Bezugslinien eingegrenzt. Dadurch werden auch keinerlei zusätzliche Sonderelementkonstruktionen an den Schnittpunkten erforderlich.⁶⁷⁶

Des Weiteren wird im *Konstruktionsraster* die Lage und Zugehörigkeit der einzelnen Bauelemente einer Konstruktion festgelegt, wobei ergänzend dazu der *Ausbauraster* die Lage der raumabschließenden Bauteile und der Installationsraster die Position einzelner Ausbauteile des technischen Ausbaus, wie Leitungen udgl. im Falle hochinstallierter Bauwerke eindeutig festlegt.⁶⁷⁷

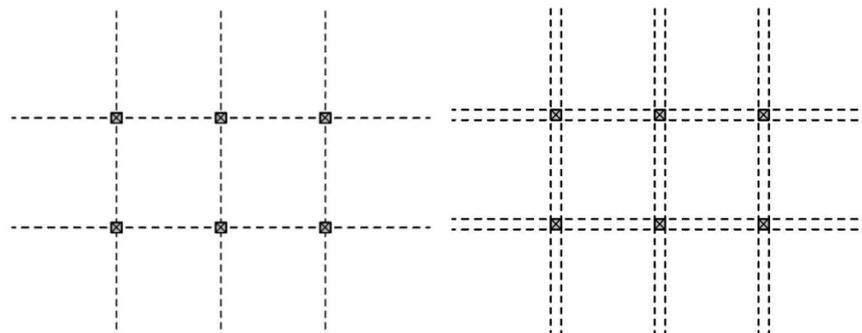


Bild 3.15 Achsraster (links) und Bandraster (rechts) ⁶⁷⁸

Der Konstruktionsraster gibt auch die Stützweite der Haupt- und Nebenträgerkonstruktion durch ein Vielfaches des Grundmoduls im Rastermaß an. Der Ausbauraster koordiniert die meist variierende Stärke der Konstruktion selbst und die zugehörigen Materialien, was vor allem bei Fassaden im Vergleich zum Innenausbau wesentlich erscheint.⁶⁷⁹

⁶⁷⁴ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 45

⁶⁷⁵ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 30

⁶⁷⁶ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 45

⁶⁷⁷ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 45

⁶⁷⁸ ARMBRUSTER, C. et al.: Vorfertigung. In: Bauen mit Holz in Oberösterreich, 1/2011. S. 10

⁶⁷⁹ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 31

Des Weiteren ist auch noch der *Nutzungsraster*, also das entsprechend der Nutzung gegliederte geometrische Ordnungssystem sowie der Planungs raster als übergeordneter Raster, welcher den Gesamtentwurf bestimmt, zu nennen.⁶⁸⁰

Der Bezug eines Elementes zum Raster kennt einerseits den Grenzbezug, welcher durch zumeist zwei Koordinationsebenen die Begrenzung von Bauteilen vorgibt (Bild 3.16). Der Achsbezug gibt als der am meisten eingesetzte Bezug in einem Raster die mittige Lage der Koordinationsebene vor und ist zumeist ident mit der Systemachse. Die Randlage wird durch lediglich eine seitliche Abgrenzung durch die Koordinationsebene bestimmt, wohingegen die Mittellage zwar in der Mitte zwischen zumeist zwei Koordinationsebenen liegt, jedoch dadurch keinerlei Angabe zur Lage der Randflächen vorgenommen wird.^{681, 682}

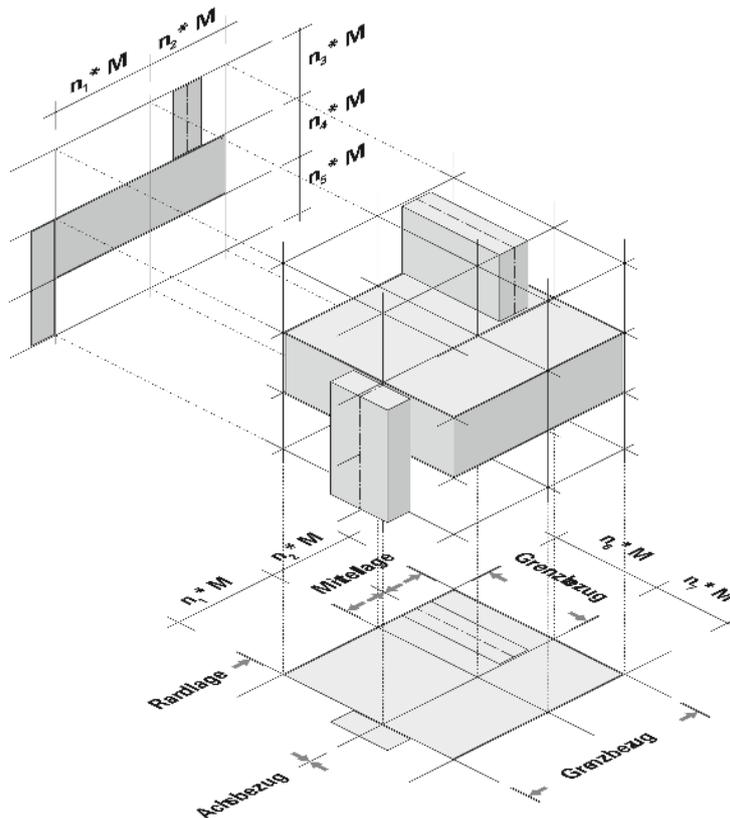


Bild 3.16 Bezugsarten im Koordinationssystem gemäß DIN 18000⁶⁸³

⁶⁸⁰ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 60

⁶⁸¹ Vgl. NEUFERT, E.; KISTER, J.: Neufert – Bauentwurfslehre. S. 47

⁶⁸² Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 60 ff

⁶⁸³ MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 63

Im Falle der Verwendung von mehreren auch unterschiedlichen Rastern ist es zwingend notwendig, eine Hierarchie der einzelnen Raster vorzugeben. Diese ergibt sich zumeist gemäß der funktionalen Teilsysteme in Form des Primärrasters, welcher das Tragsystem beinhaltet, sowie des Sekundärrasters, welcher oftmals durch die raumumschließende Hülle gebildet wird und des Tertiärrasters, der in den meisten Fällen die technische Ausrüstung und Leistungsführung umfasst.⁶⁸⁴

Vor allem innerhalb von modularen vorgefertigten Systembauweisen scheint es hilfreich, eine derartige Abgrenzung einzelner Teilsysteme in Form eines Rasters vorzunehmen, wobei auch die Materialität einzelner Bauteile bspw. eine Vereinbarkeit des Primär- und Sekundärrasters bedingen, es aber durchaus sinnvoll ist, im Zuge der Fertigungsprozesse eine eindeutige Trennung der Raster vorzunehmen.⁶⁸⁵

3.4.4 Maßabweichungen und Toleranzen

Das Thema *Maßabweichungen* steht in unmittelbarem Zusammenhang mit jenem der Maßordnung, da eine eindeutige Zuordnung mittels Modulen die Beschreibung einer Bauwerksgeometrie zwar erlaubt, aufgrund von Fertigungs- und Bautoleranzen jedoch Maßungenauigkeiten nicht zu vermeiden sind.⁶⁸⁶ Daher ist es notwendig, für diese Imperfektionen einzelne Grenzmaße, d.h. *Toleranzen* festzulegen, in welchen diese großteils unvermeidbaren Abweichungen für die Beteiligten tolerierbar sind. Toleranzen sind daher als geplante Mindermaße zu verstehen.⁶⁸⁷ Der Begriff der *Passung* bezeichnet hingegen die Maß-Beziehung zweier Bauteile, welche unter Berücksichtigung von Toleranzen hergestellt wurden.⁶⁸⁸ Die Passung beinhaltet somit jene Toleranz, in welcher sich die Maße bewegen dürfen.⁶⁸⁹

Maßabweichungen können einerseits induziert sein, also im Rahmen der Fertigung oder Montage in Form von Fertigungsabmaßen, Vermessungsabmaßen oder Montageabmaßen entstehen. Andererseits werden Maßabweichungen auch als inhärent bezeichnet, welche in Form reversibler oder irreversibler Abmaße auftreten. Diese können durch Änderungen der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes, durch das Schwinden von

⁶⁸⁴ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 64

⁶⁸⁵ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 64

⁶⁸⁶ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 19

⁶⁸⁷ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 68

⁶⁸⁸ Vgl. KONCZ, T.: Bauen industrialisiert. S. 26

⁶⁸⁹ Vgl. <http://glossar.item24.com/de/start/view/glossary/ll/de%7Cen/item/passung/>. Datum des Zugriffs: 20. September 2017

Materialien oder elastische und plastische Beanspruchungen entstehen.⁶⁹⁰

Dabei wird unter dem Begriff Toleranz aus technischer Sicht die Differenz zwischen dem Größtmaß und dem Kleinstmaß verstanden, d.h. eine zulässige Differenz zwischen einer angestrebten Norm und den tatsächlich auftretenden Maßen.⁶⁹¹ Toleranzen stellen somit akzeptable, also tolerierbare Maßabweichungen im Bauwesen dar, welche normativ oder vertraglich berücksichtigt werden.⁶⁹² Die dafür in Österreich gültige Basis bildet die ÖNORM DIN 18202 Toleranzen im Hochbau⁶⁹³, wobei diese neben Begriffsbestimmungen zu einzelnen Maßeinheiten und Abweichungen, vor allem Tabellen zu Grenzabweichungen von Flächen, Winkeln und zugrundeliegenden Ebenheiten beinhaltet.

Neben Toleranzen, welche normativ festgelegt sind, können auch erhöhte Anforderungen an Bauteile und Bauwerke gestellt werden. Diese werden zumeist seitens der Planer bzw. der Bauherren aufgrund von Randbedingungen, wie bspw. spezielle Nutzungen, erforderlich und müssen somit vertraglich ausverhandelt bzw. überbetrieblich festgelegt werden.⁶⁹⁴

Toleranzen können unterschiedlichen Ursachen entstammen. Einerseits entstehen Maßtoleranzen innerhalb einer Fertigung bedingt durch den zugrunde liegenden Fertigungsprozess. Andererseits erfordert die Montage Maßtoleranzen, welche zu den Fertigungstoleranzen addiert werden müssen.^{695, 696} Absolute Passgenauigkeit in Form einer nicht vorhandenen Montagetoleranz ist de facto nicht realistisch und daher auch nicht zielführend. Des Weiteren können auch Toleranzen aufgrund der Maße eines Bauwerkes bzw. auch durch die Formänderung von Bauteilen infolge Lasteinwirkung und zeitabhängiger Verformungen entstehen.⁶⁹⁷ Die Abweichung eines Bauteils vom geforderten Nennmaß kann stochastischer Natur sein, also als zufälliger Fehler auftreten, welcher unvermeidbar und zumeist nicht korrigierbar ist. Sie kann auch aus einem deterministischen, also systematischen Fehler heraus entstehen, welcher durch Anpassung der Prozesse vermeidbar und damit korrigierbar wird.⁶⁹⁸

⁶⁹⁰ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 29 ff

⁶⁹¹ Vgl. DUDEN: Fremdwörterbuch. S. 814

⁶⁹² Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 20

⁶⁹³ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM DIN 18202 (Ausgabe: 2010-02-15) Toleranzen im Hochbau – Bauwerke. S.

⁶⁹⁴ Vgl. SELLIEN, R.; SELLIEN, H.: Dr. Gablers Wirtschafts-Lexikon. S. 901

⁶⁹⁵ Vgl. KONCZ, T.: Bauen industrialisiert. S. 26 ff

⁶⁹⁶ Vgl. EHGARTNER, J.: Toleranzen im Hochbau. In: bauaktuell, Nr. 2/2. Jahrgang/März 2011. S. 50

⁶⁹⁷ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 69

⁶⁹⁸ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 25

Das nachfolgende Bild 3.17 zeigt einen Überblick über die Begrifflichkeiten zum Thema Maßtoleranz, welche im Allgemeinen im Bauwesen und an dieser Stelle speziell an einer Bauteilfuge auftreten können.⁶⁹⁹

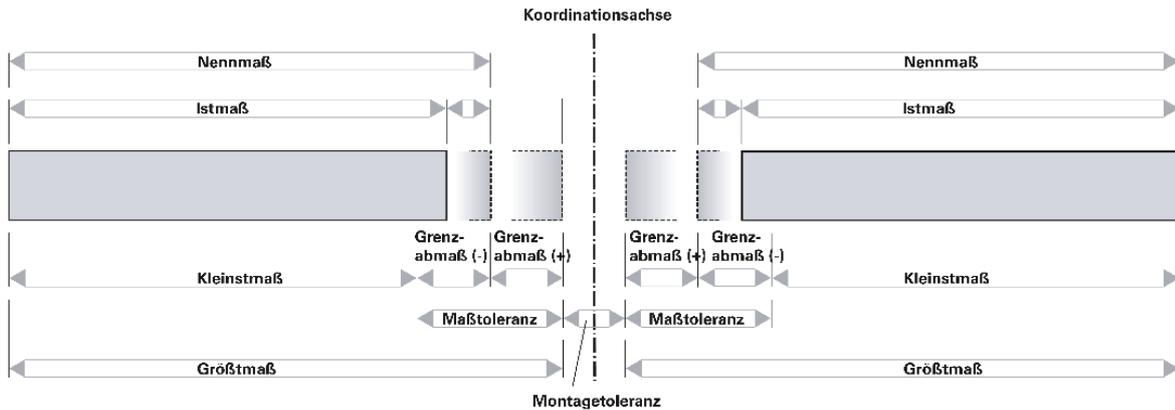


Bild 3.17 Begriffe zu Maßtoleranzen im Bereich einer Fuge⁷⁰⁰

Toleranzen sind einerseits normativ geregelt, andererseits können spezielle Anforderungen und Nutzungen erhöhte Toleranzen an ein Bauteil bedingen. Dabei stellt sich jedoch immer die Frage, inwieweit eine erhöhte Anforderung an die Toleranzen auch wirtschaftlich argumentierbar bleibt.⁷⁰¹

Ab einer bestimmten Genauigkeit erscheint der Aufwand zur Einhaltung der erhöhten Anforderungen so hoch, dass dieser aus finanzieller Sicht schwer zu rechtfertigen ist.⁷⁰²

In nachfolgender Grafik (Bild 3.18) zeigt sich, dass mit wachsender Genauigkeit der Aufwand für die Fertigung und Montage steigt, hingegen der Aufwand für Anpassungsarbeiten während oder nach der Montage sowie für Fugenausbildungen und allgemeine Nacharbeiten abnimmt.⁷⁰³

⁶⁹⁹ Vgl. NEUFERT, E.; KISTER, J.: Neufert – Bauentwurfslehre. S. 47

⁷⁰⁰ MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 70

⁷⁰¹ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 69

⁷⁰² Vgl. WELLER, K.: Industrielles Bauen 1 – Grundlagen und Entwicklung des industriellen, energie- und rohstoffsparenden Bauens. S. 29

⁷⁰³ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 38

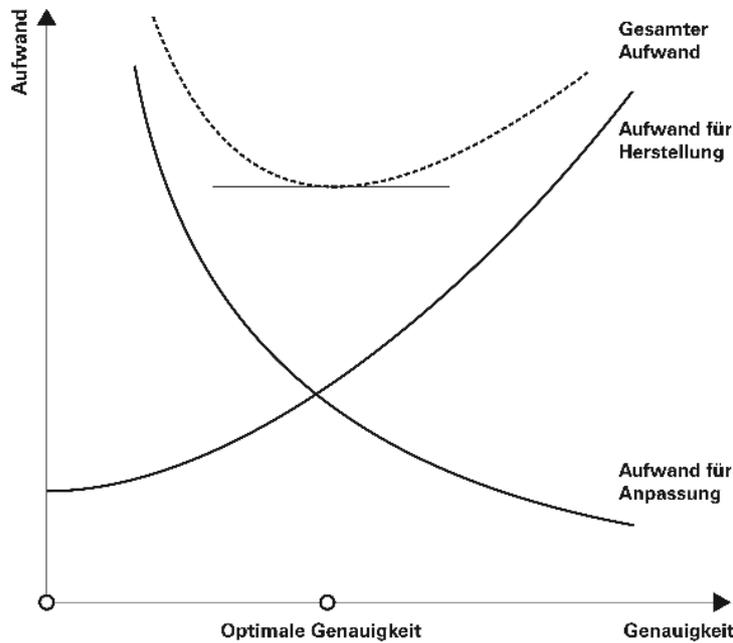


Bild 3.18 Zusammenhang zwischen Aufwand und Genauigkeitsgrad bei Toleranzen ⁷⁰⁴

Ebenso reduziert sich auch der Ausschuss für falsch gefertigte bzw. nicht die Grenzwerte einhaltende Bauteile. Das allgemeine Ziel zur Sicherstellung der Funktion eines Bauwerks verlangt möglichst geringe Toleranzen, welche im Falle einer Erhöhung gleichzeitig auch einen Anstieg der Kosten sowie einen erhöhten Ausschuss nach sich ziehen. Je größer die zulässigen Toleranzen hingegen sein dürfen, desto geringer sind die Fertigungskosten ausgeprägt.⁷⁰⁵ Dabei erscheint es wesentlich, dass eine Optimierung zwischen dem erforderlichen Aufwand in der Fertigung und dem nachträglichen Aufwand für Anpassung- und Nachbearbeitungsmaßnahmen vorgenommen wird, welche zumindest näherungsweise eine optimale Genauigkeit hervorbringt, bei welcher die Kosten am geringsten sind.⁷⁰⁶

Im Kontext von Ausschreibungen bzw. Bauverträgen sind die normativ festgelegten Werte für Toleranzen gemäß ÖNORM 18202 Vertragsbestandteil, falls diese vertraglich vereinbart wurde. Allerdings zeigt sich, dass erfahrungsgemäß zusätzliche, mit dem Bauherrn vor allem die Nutzung betreffende Vereinbarungen als sinnvoll erweisen. Dabei stellt das Thema der Durchbiegung von Tragwerken sowie mögliche Schwingungen von Deckenbauteilen, gleichermaßen wie Trittschallbegrenzungen vor-

⁷⁰⁴ MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 69

⁷⁰⁵ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 36

⁷⁰⁶ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 36

nehmlich im Wohnbau oftmals großes Streitpotenzial dar. Durch eine spezifische vertragliche Festlegung, zusätzlich zur bzw. in Erweiterung der Norm kann dies oftmals verhindert werden. Dennoch sollte zur Erreichung einer wirtschaftlich vertretbaren Toleranzvereinbarung sinnvollerweise nach dem Grundsatz einer größtmöglichen, aber gleichzeitig auch einer so klein wie unbedingt erforderlichen Toleranz vorgegangen werden.⁷⁰⁷

Das Thema Toleranzen ist vor allem in Zusammenhang mit industriell gefertigten Bauteilen ein wesentlicher Bestandteil in der Erarbeitung der Konstruktionsdetails. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass einerseits Fertigungstoleranzen für rasch durchzuführende Montagen genauestens einzuhalten sind und die Voraussetzung für selbige bilden. Andererseits ergibt sich aufgrund vorgefertigter Elemente und damit exakt hergestellter Bauteile eine erhöhte Anzahl an Montagefugen, als dies bei traditionellen vor-Ort-Bauweisen mit monolithischem Verbund der Fall ist. Durch die größere Anzahl an Fugen addieren sich die Toleranzen eines Bauwerkes und können nur mit großem Aufwand ausgeglichen werden.⁷⁰⁸

3.4.5 Bauweisen und deren Elementierungsprinzipien

Der Begriff der *Bauweise* umfasst all jene Regeln, Handlungsweisen und ausgewählte Eigenschaften, welche aufeinander abgestimmt dem Fachplaner allgemein zugänglich gemacht werden, um somit seine Tätigkeiten zu vereinfachen. Sie stellen ein anerkanntes Optimum dar und bilden in verschiedenen Branchen bzw. bei einzelnen Produkten den *Stand der Technik*⁷⁰⁹ ab.⁷¹⁰ Im Allgemeinen können Bauweisen jedoch zumeist nicht eindeutig abgrenzt werden, da sie bestimmte konstruktive Typologien abbilden und einem Übereinkommen als Hilfestellung und Unterstützung, jedoch nicht zur Eingrenzung der Konstruktionsfreiheit, dienen sollen. Eine Bauweise beschreibt die Wechselbeziehung der bautechnischen, funktionalen sowie formalästhetischen Kriterien mit dem Ziel, eindeutige Regeln und Maßstäbe einer spezifischen Bauweise abzubilden.⁷¹¹

⁷⁰⁷ Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. S. 40

⁷⁰⁸ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 47

⁷⁰⁹ Unter dem Begriff Stand der Technik ist gemäß der österreichischen Gewerbeordnung (§71a) „der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist.“ zu verstehen. Vgl. BUNDESKANZLERAMT ÖSTERREICH: Gewerbeordnung GewO 1994 (Gesetzesnummer 10007517) BGBl. Nr. 194/1994 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 131/2004, §71a (1), (2), (3). S. 1, Vgl. SCHMIDT, A.: Der "Stand der Technik" im Zivilprozess. In: Tagungsband SV-Verband trifft TU-Graz – Ausgewähltes aus Recht und Praxis in der Bauwirtschaft. S. 1 ff

⁷¹⁰ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 11

⁷¹¹ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 13

Grundsätzlich sind Bauwerke in die Massivbauweise, mit den Baustoffen Beton und Ziegel, neuerdings auch Holz in Form von Holzmassivbauteilen, und in die Leichtbauweise, welche aus stabförmigen Konstruktionen mit Stahl und Holz bestehen, zu unterscheiden (Vgl. Kap. 3.3.3.6).

Die im Systembau charakteristischen Konstruktionen werden dahingehend in den Skelettbau, den Elementebau und den Raumzellenbau unterteilt (Bild 3.19).⁷¹² Dabei ist es unerheblich, inwieweit die Vorfertigung einzelner Bauteile bzw. Bauteilgruppen erfolgt. Diese Art der Gliederung wird jedoch historisch bedingt hauptsächlich für die Konstruktion an sich, also den Rohbau verwendet. Dadurch wird im Systembau zumeist die Differenzierung nach der Art der Primärstruktur im Tragsystem vorgenommen.⁷¹³

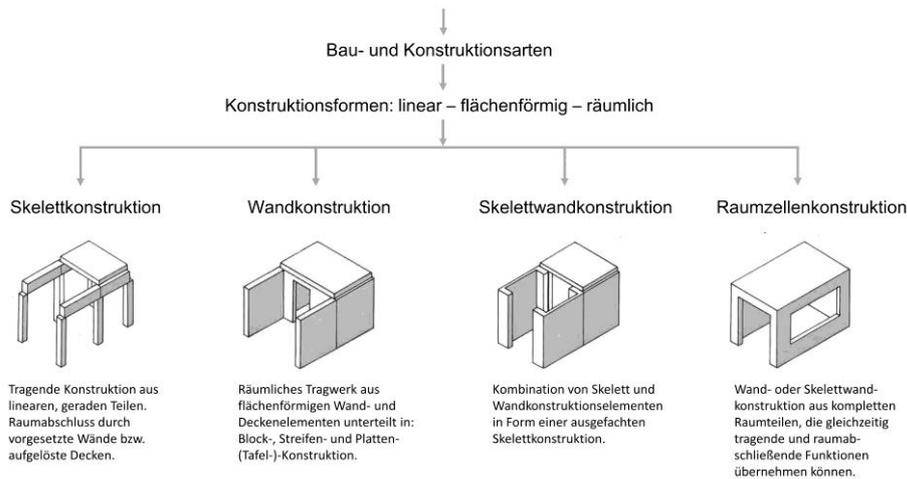


Bild 3.19 Differenzierung verschiedener Bau- und Konstruktionsarten ⁷¹⁴

Die *Skelettbauweise* wird, unabhängig mit welchem Baustoff sie realisiert wird, vor allem im Bereich des Industrie- und Bürobaus eingesetzt, wobei sie kombiniert mit anderen Vor-Ort-Bauweisen im Wohnbau vermehrt Anwendung findet. Sie zeichnet sich vor allem durch den großen Fensteranteil, die Durchlässigkeit in der Konstruktion, die möglichen Spannweiten und große Nutzungsflexibilität sowie Adaptierbarkeit in der Raumaufteilung aus.⁷¹⁵ Die Tragstruktur eines Skelettbaus besteht dabei aus einer Kombination aus Stützen, Trägern, Unterzügen, Riegeln und Platten, wo-

⁷¹² Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 41 ff

⁷¹³ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 31

⁷¹⁴ weiterentwickelt aus LUDEWIG, S.: Montagebau. S. 101

⁷¹⁵ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 32

bei diese je nach Baustoff und zugrunde liegendem Bausystem unterschiedliche Ausprägungen und Anschlussituation beinhalten.⁷¹⁶ Raumumschließende Komponenten sind in einem Skelettbau lediglich zu einem geringen Anteil integriert.

Im Gegensatz dazu weist die *Elementbauweise* mit Wandsystemen, des Öfteren auch als Schottenbauweise, Großtafelbauweise, Wandbauweise oder Paneelbauweise bezeichnet, aufgrund des hohen Wandanteiles eine geringere Nutzungsflexibilität und Adaptierbarkeit in der Raumaufteilung auf. Das wesentlichste Kennzeichen dieser Bauweise ist die vertikale Lastabtragung durch die plattenförmigen Wandtafeln oder Paneele.⁷¹⁷ Diese Bauweise hat jedoch bereits einen hohen Anteil raumumschließender Bauteile, was vor allem im Wohnbau als großer Vorteil im Zuge des weiteren Ausbaus anzusehen ist. In mehrgeschossigen Bauten gestalten sich die Grundrisse oftmals ähnlich und beinhalten aufgrund der Verteilung der Längs- und Querwände, welche auch aus statischen (aussteifenden) Gründen erforderlich sind, eine geringe Durchlässigkeit in Bezug auf die Raumstrukturierung.⁷¹⁸

Unter dem Begriff *Raumzellenbauweise* wird zumeist jene Bauweise in Form vorgefertigter einzelner Räume oder Raumteile mit unterschiedlichem Grad an Ausbau- und Installationsleistung verstanden. Dabei kann unterschieden werden, ob die Raumzelle als Teil des Tragwerks und somit statisch tragend zu verstehen ist, oder ob sie in eine Tragstruktur als Sekundärzelle, d.h. zumeist raumumschließend, d.h. nicht tragend eingegliedert bzw. nachträglich eingeschoben wird. Diese Unterscheidung erscheint vor allem in Bezug auf die Montagereihenfolge von Raumzellen wesentlich, da voll ausgebaute Sekundärzellen, wie z.B. fertige Nassräume durchaus nachträglich in das Bauwerk eingebaut werden können.

Im Falle von *Mischbauweisen* können baustoffunabhängig Raumzellen wie auch Paneelsysteme Teile einer Skelettbauweise sein. Eine Kombination unterschiedlicher Bauweisen kann die Vorteile einzelner Bausysteme nutzen.⁷¹⁹ Allerdings ergibt sich die Kombination oftmals aus der Tatsache, dass Tragsysteme aus Elementen, sowohl in der tragenden und aussteifenden Konstruktion, als auch in der Montage oftmals nicht alle geforderten Eigenschaften übernehmen können und somit eine Verknüpfung unabdingbar erscheint.⁷²⁰

Der Grad der Vorfertigung bei allen drei beschriebenen Bauweisen kann dabei unterschiedlich ausfallen. Letzten Endes zeigt sich jedoch in der Umsetzung, dass diese Reihenfolge die Steigerung des Vorfertigungsgra-

⁷¹⁶ Vgl. ZILCH, K.; DIEDERICH, C. J.; KATZENBACH, R.: Handbuch für Bauingenieure. S. 2-301

⁷¹⁷ Vgl. ZILCH, K.; DIEDERICH, C. J.; KATZENBACH, R.: Handbuch für Bauingenieure. S. 2-301

⁷¹⁸ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 32

⁷¹⁹ Vgl. ZILCH, K.; DIEDERICH, C. J.; KATZENBACH, R.: Handbuch für Bauingenieure. S. 2-301

⁷²⁰ Vgl. MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. S. 34

des inkludiert. Die Skelettbauweise wird zumeist als jene mit der geringsten Vorfertigung versehene Bauweise verstanden. Die Paneelbauweise weist aufgrund der raumumschließenden Komponente, und damit in vielen Fällen bereits mehrschichtigen Wand- bzw. Deckenbauteilen, welche teilweise auch Ausbau- und Installationsleistung beinhalten, einen wesentlich höheren Vorfertigungsgrad als die Skelettbauweise auf. Die Raumzellenbauweise kann aufgrund der gänzlich raumumschließenden und damit vor allem an den neuralgischen Verbindungspunkten und Fugen den höchsten Grad an Vorfertigung erzielen.

3.4.6 Vorfertigung und Modularisierung

In der Umsetzung der beschriebenen verschiedenartigen Bauweisen gelangen Bauteile mit unterschiedlichen Vorfertigungsgraden zum Einsatz. Die Elementierungsprinzipien stellen dabei die Grundsätze der herzustellenden Bauteile in Form von stabförmigen Teilen, wie Träger, Stützen, udgl., flächenförmigen Elementen, wie Wände, Decken, udgl. sowie raumumschließende Baukastensysteme dar. Im Anschluss werden die unterschiedlichen Stufen der Vorfertigung gemäß ihrem ansteigenden Grad erläutert.

Die nachfolgende Grafik (Bild 3.20) zeigt die Hierarchie einzelner Konstruktionselemente, in diesem Fall für den Baustoff Stahl. Dabei beginnt diese mit dem eigentlichen Werkstoff, welcher in einem Halbzeug oder Halbfabrikat durch einzelne Maßnahmen der Weiterverarbeitung umgeformt wurden, um dadurch ein neu entstandenes Einzelteil zu formen. Werden diese Einzelteile durch weitere Bearbeitungen zusammengefasst, entstehen Teile-Gruppen, welche wiederum durch Fügung einzelne Bauteile entstehen lassen. Das Zusammenfassen mehrerer Bauteile ergibt die Baugruppe und durch die nachfolgende Addition einer immer größer werdenden Anzahl an Bauteilen und Baugruppen entsteht die Substruktur, welche in der Hauptstruktur als Teilsystem das gesamte Gebäude ergibt.

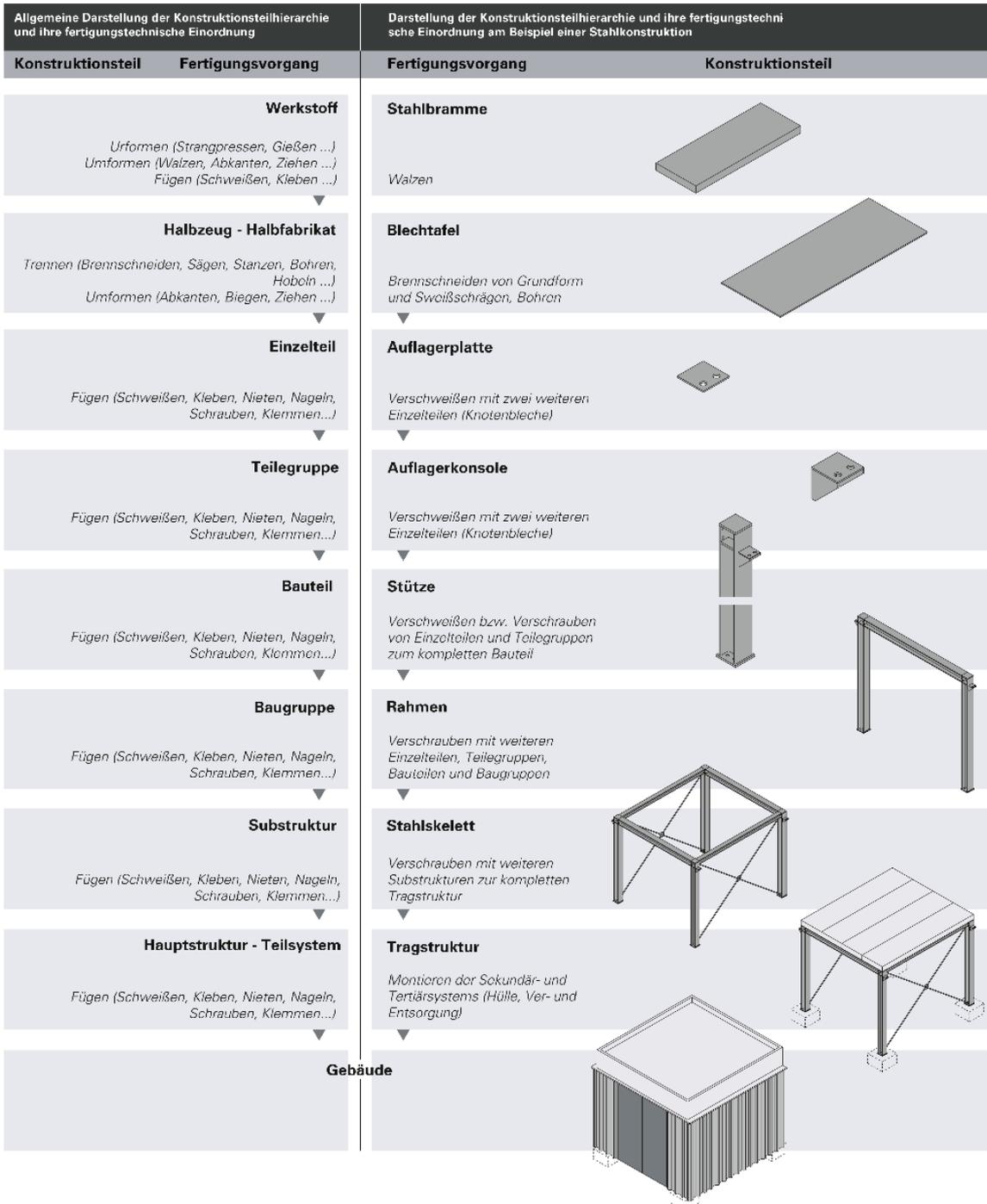


Bild 3.20 Hierarchie der Konstruktionsteile nach K. Weller ⁷²¹

⁷²¹ MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 32

In dieser Hierarchie der Konstruktionselemente zeigt sich der Grad der Vorfertigung anhand eines einzelnen Bauelementes. Dabei ist im Rahmen der Vorfertigung in folgende Arten von Fertigteilen bzw. Bauelemente zu unterscheiden:

Stufe 1 – Halbfertigteil

Halbfertigelemente, oftmals auch als Halbzeuge, Bauhalbzeuge oder Halbfabrikate bezeichnet, werden aus Rohmaterialien unterschiedlicher Baustoffkategorien zumeist mittels industrieller Methoden bearbeitet und verfügen über den geringsten Grad an Vorfertigung. Halbfertigteile können somit als Vor- bzw. Zwischenprodukt angesehen werden, welche für die Herstellung eines Produktes notwendig sind, jedoch als unfertiges Erzeugnis weiter verarbeitet werden müssen.⁷²² Sie werden zumeist erst auf der Baustelle zum endgültigen Produkt zusammengesetzt.⁷²³ Die Herstellung von Halbfertigteilen erfolgt dabei meist unabhängig vom Bauwerk in Form eines auf Vorrat gefertigten Bauteiles, welches erst auf der Baustelle zu einer größeren Struktur mit anderen Halbfertigteilen und Bauteilen kombiniert wird und damit ein komplexes Gefüge innerhalb eines Bauwerks bildet.⁷²⁴ Der Einsatz von Halbfertigteilen ist innerhalb von offenen Systemen (Vgl. Kap. 3.3.1) aufgrund ihrer systemneutralen projektspezifischen Eigenschaften jederzeit und wiederholbar möglich.

Stufe 2 – Fertigteil

Unter einem Fertigteil wird ein händisch oder industriell hergestelltes, flächiges oder stabförmiges Element verstanden, welches funktionsfertig nicht auf der Baustelle (on-site), sondern in einer dezentralen Produktion (off-site) hergestellt und mit anderen Elementen zu einer Gesamtstruktur verbunden wird.⁷²⁵ Dabei erscheint es unerheblich, ob mit dem Begriff lediglich ein Teil, wie im Falle eines Wand- oder Deckenelementes gemeint ist, oder ob damit eine Raumzelle ebenso als Fertigteil bezeichnet wird.

Der Begriff Fertigteil besagt demnach, dass *„der Bauteil nicht in seiner endgültigen Lage, wie z. B. Ortbetondecke, sondern in einem Werk oder an einer anderen Stelle hergestellt wird, und somit nach Fertigstellung zur Einbaustelle hinbefördert werden muss.“*⁷²⁶ Halbfertigteile können als Fertigprodukt in Form einzubauender Baukomponenten ebenfalls projektspezifisch auftreten. Der Grad der Vorfertigung innerhalb eines Fertigteiltes gibt lediglich Auskunft über die Anzahl gefügter Halbfertigteile oder Rohmaterialien. Dabei müssen in einem Fertigteil zumindest zwei Komponenten miteinander

⁷²² Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/halbfabrikate/halbfabrikate.htm>. Datum des Zugriffs: 20. September 2017

⁷²³ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 43

⁷²⁴ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 34

⁷²⁵ Vgl. GIRMSCHIED, G.; SCHEUBLIN, F.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. In: CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction. S. 8

⁷²⁶ BERGMEISTER, K.; WÖRNER, J.-D.: Beton-Kalender 2005 – Schwerpunkt: Fertigteile, Tunnelbauwerke, Band 2. S. 166

off-site kombiniert werden. Generell gibt die Bezeichnung Fertigteil keine Auskunft über die Anzahl hergestellter Produkte, da ein standardisiertes Massenprodukt als Fertigteil hergestellt werden kann wie ein (industriell) hergestelltes Einzelbauteil. Dennoch ist es zielführend, Fertigteile in einer großen Stückzahl mit typisierten Eigenschaften (Vgl. Kap. 3.1.2.2) zu produzieren, um dadurch die Kosten je Element zu reduzieren.

Das Fertigfabrikat, welches in der Produktionstheorie auch als Fertigerzeugnis bezeichnet wird, ist grundsätzlich *„ein Produkt, das den Produktionsprozess des Betriebes bis zum Ende durchlaufen hat und das zur weiteren Verwendung bereitsteht.“*⁷²⁷ Der weitere Verbrauch kann entweder direkt am Markt oder indirekt im eigenen oder fremden Unternehmen zur weiteren Verarbeitung erfolgen. Unabhängig von den verschiedenen Bauarten, Materialien oder Komponenten, haben sich verschiedene Montageelementgruppen entwickelt, welche Funktionen übernehmen und charakteristische Merkmale aufweisen. Diese sind, abhängig ob flächenförmige Wand- oder Deckenelementen oder stabförmige Bauteile zum Einsatz gelangen, einerseits im Gesamtsystem einzuordnen, andererseits je nach Einsatzbereich und Abhängigkeit von den angrenzenden Elementen bedingt universell herstellbar.⁷²⁸

Um die Vorteile von Halbfertigteilen und Fertigteilen wirtschaftlich nutzbar zu machen, ist es in einem Bauwerk zwingend erforderlich, die Anzahl gleicher oder zumindest ähnlicher Fertigteile möglichst hoch zu gestalten, um durch die Regelmäßigkeit und Wiederholbarkeit eine optimale Verteilung im Verhältnis zwischen der Planung und der Ausführung zu erreichen.⁷²⁹ Eine fertigteilgerechte Elementierung des herzustellenden Bauwerkes scheint dabei zwingend notwendig, um die wirtschaftlichen Vorteile auch geltend zu machen.⁷³⁰ Diese bestehen in der Senkung der Lohnkosten und der Verkürzung der Bauzeit, sowie in einer gleichbleibenden Qualität, hohen Maßgenauigkeit sowie weitestgehenden Witterungsunabhängigkeit.⁷³¹

In Zusammenhang mit dem Vorfertigungsgrad treten die Begriffe Rohbauelement und integriertes Fertig- bzw. Bauteil auf. Das Rohbauelement bezeichnet aufbauend auf die Definition eines Fertigteils jenen Bauteil, welcher als funktionsfertige Einheit betreffend der Rohbaukonstruktion einzuordnen ist. Dabei werden mehrere Komponenten zu einem Rohbauelement zusammengefügt, welches die Tragkonstruktion in Form von Wänden, De-

⁷²⁷ GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. S. 1112

⁷²⁸ Vgl. LUDEWIG, S.: Montagebau. S. 105

⁷²⁹ Vgl. FOUAD, N. A.: Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. S. 240

⁷³⁰ Vgl. RINAS, T.; GIRMSCHIED, G.: Kooperationen und innovative Vertriebskonzepte – Geschäftsmodell für den individuellen Fertigteilbau. S. 3

⁷³¹ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 399

cken, Treppen, Stützen udgl. bildet. Es ist daher als ein im Werk vorgefertigtes Teilstück eines Bauwerks zu verstehen. Im Gegensatz dazu sind integrierte Bauteile Fertigteile, welche neben der Tragfunktion (Rohbau) auch noch weitere bspw. Ausbaufunktionen oder Ausrüstungsfunktion übernehmen. Diese können auch in Form von integrierten Modulen auftreten. Der Begriff Element wird dabei meist in Verbindung mit flächigen 2D-Elementen und teils länderspezifisch mit 3D-Elementen verwendet.⁷³²

Der Grad der Vorfertigung umfasst dennoch keinerlei geometrische Beschreibung. Das Rohbauelement kann wie das integrierte Element einerseits als stabförmiges Halbfertig- oder Fertigteil auftreten, andererseits aber auch als flächiges 2D-Element oder als 3D-Modul. Dennoch wird der Begriff Modul in diesem Zusammenhang hauptsächlich für das 3D-Element in Form der Raumzelle verwendet.

Wird der Begriff im Kontext der Maßordnung (Vgl. Kap. 3.4.3) verwendet, so ist das Modul die kleinste Einheit innerhalb eines Ordnungssystems. Dennoch wird im Rahmen einer Fertigbauweise meist die dreidimensionale und in Serie hergestellte 3D-Raumzelle verstanden. Die Modularität gibt somit innerhalb dieser die Unterteilung eines Systems in standardisierte Baugruppen an, welche wiederum zu variablen Gebäudetypen zusammengesetzt werden können (Baukastenprinzip). Die Raumzellenbauweise kann wie auch die Elementbauweise aus Rohbauraummodulen und aus Fertigräummodulen sowie einer Kombination beider bestehen. Letztlich beschreibt der Grad der Vorfertigung bzw. Anteil funktionsfertiger Einheiten samt deren Integration an Komponenten den Unterschied der Element- und Modulbauweise.⁷³³ Die Modularisierung, also die Gliederung von Bauteilen in standardisierte Baugruppen und Fügung zu größeren individualisierbaren Einheiten in Form von Raumzellen, stellt eine sich stetig entwickelnde Disziplin im Übergangsbereich eines Fertigungs- zum Bauprozess dar. Aufgrund der Individualisierbarkeit aufbauend auf die Eigenständigkeit einzelner Elemente sowie der Kompatibilität untereinander, lassen sich durch die Modularisierung gleicher oder ähnlicher Komponenten die Fertigungskosten in Summe senken, was auch ein Ziel der Modularisierung darstellt.⁷³⁴

3.4.7 Technologien und Anwendungsbereiche des Industriellen Bauens

Die Konzepte industrieller Vorfertigung finden sich in den vergangenen Jahrzehnten aufgrund der angeführten Vorteile immer wieder im Bauwesen. Die Tiefe der Mechanisierung sowie der Reifegrad in der Komplettie-

⁷³² Vgl. KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.: Industrielles Bauen – Fertigteile. S. 1 ff

⁷³³ Vgl. HUTH, S.: Bauen mit Raumzellen – Analyse einer Baumethode. S. 1 ff

⁷³⁴ Vgl. PILLER, F. T.: Mass Customization – ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. S. 197

nung haben dabei jedoch je nach Baustoff und zugrunde liegendem System unterschiedliche Größenordnungen erreicht. Aufgrund der Erkenntnis, dass die technologischen und digitalen Möglichkeiten im Industriellen Bauen im Vergleich zur Automobilindustrie oder vergleichbaren Produktionen bei weitem nicht ausgeschöpft sind, beschäftigen sich eine immer größer werdende Anzahl an Unternehmen sowie auch zahlreiche Forschungseinrichtungen mit der Industrialisierung des Bauwesens, um die Kosten- und Qualitätsvorteile nutzbar zu machen.⁷³⁵

Der Grundgedanke, auf welchem das Konzept des Industriellen Bauens aufbaut, besteht darin, das Gebäude als Produkt zu sehen, welches im Rahmen einer Fertigung unter der Anwendung der Prinzipien von Lean Construction (Vgl. Kap.3.5) in einer dezentralen Fertigungsstätte hergestellt wird. Unter der Prämisse der Implementierung eines Just-In-Time-Managements (Vgl. Kap.3.1.2.3) und der Reduktion der Durchlaufzeiten und dem Aufbau laufender Qualitätskontrollen konnte das Prinzip des Industriellen Bauens bereits in zahlreichen Unternehmen, zumindest im Bereich der Vorfertigung, weniger noch auf der Baustelle, realisiert werden.⁷³⁶

Dabei ist jedoch zusätzlich zu den Material- und Verarbeitungsspezifika ebenso in unterschiedliche Anwendungsbereiche zu unterscheiden. Das Bauen mit Fertigteilen konnte sich in den vergangenen 100 Jahren kontinuierlich vom ausschließlichen Einsatz von Rohbauelementen bis hin zu vollständig fertigestellten Raumzellen und integrierten Elementen entwickeln. Dabei besteht die Anwendung sowohl im Wohnbau, als auch im Industrie- und Gewerbebau, unabhängig von ihrer Nutzung, Einsatzort und Baustoff.⁷³⁷ Obwohl sich der Fertigteilbau traditionell im Bereich des Industriebaus und an dieser Stelle vorzugsweise mit den Baustoffen Beton und Stahl bzw. deren Kombination ausgebildet hat, konnten sich diese Fertigbauweisen vor allem im Bereich des Holzbaus zuerst aus der Elementbauweise und mittlerweile verstärkt im Bereich der Raumzellenbauweise entwickeln.⁷³⁸ Die Anwendung von Fertigteilen durch eine großteils flexible Planungs- und Ausführungsstruktur besteht demnach in allen Bereichen des Bauwesens.^{739, 740}

⁷³⁵ Vgl. LENNARTSON, M.; BJÖRNFOT, A.: Step by Step Modularity – A Roadmap for Building Service Development. In: Development Lean Construction Journal., S. 17

⁷³⁶ Vgl. LENNARTSON, M.; BJÖRNFOT, A.: Step by Step Modularity – A Roadmap for Building Service Development. In: Development Lean Construction Journal., S. 19

⁷³⁷ Vgl. MERGL, O.: Flexibilisierung von Baustrukturen durch Modularisierung zur Verbesserung des Nutzungspotenziales am Beispiel industrieller Produktionsstätten des Automobilbaus. In: Schrittenreihe Bauwirtschaft I Forschung 9 – Dissertation. S. 126

⁷³⁸ Vgl. KOTULLA, B.; GROPP, M.: Industrielles Bauen – Bauwerke. S. 1 ff

⁷³⁹ Vgl. KONCZ, T.: Handbuch der Fertigteil-Bauweise – Band II Hallen- und Flachbauten, Zweckbauten. S. 1 ff

⁷⁴⁰ Vgl. KONCZ, T.: Handbuch der Fertigteil-Bauweise – Band III Mehrgeschoßbauten der Industrie und Verwaltung, Schul- und Universitätsbauten, Wohnbauten. S. 1 ff

Dennoch ist der Einsatz von integrierten Fertigelementen aufgrund der Anwendungsvielfalt vor allem stark auf den Hochbau fokussiert. An dieser Stelle zeigt sich, dass in den vergangenen Jahren jene Bereiche des Bauens eine verstärkte Modularisierung erfuhren, welche aufgrund ihrer Geometrie bzw. ihrer Nutzung sich wiederholender Grundrisse und damit gleicher bzw. ähnlich gestalteter Elemente bedienen.⁷⁴¹ Dies umfasst sowohl Bauteile für den Rohbau als auch den Ausbau. Die Modularisierung bspw. in der Gebäudetechnik beschränkt sich mittlerweile nicht mehr ausschließlich auf die technischen Komponenten, sondern auch auf die raumumschließenden Einheiten sowie deren Gesamtintegration in das Bauwerk.⁷⁴² Die dabei auftretende Komplexität vor allem in der technischen Gebäudeausrüstung stellt eine grundsätzliche Herausforderung sowohl in der Planung, als auch in der Ausführung dar und bedarf Kenntnisse der Prozesse aller Beteiligten.⁷⁴³

Es ist die Serie, welche die Modularisierung sowie den Grad dieser einerseits wirtschaftlich, andererseits technisch sinnvoll erscheinen lässt. Dies geschieht unabhängig davon, welches Bausystem bzw. welcher Baustoff hierzu gewählt wird. Die Industrialisierung nach Ordnungsprinzipien umfasst alle Baustoffe und Gewerke gleichermaßen, wenn nach den jeweiligen Elementierungs- und Konstruktionsprinzipien eines Baustoffs bzw. Bausystems eine Vorfertigung unternommen wird, um Bauwerke unter witterungsunabhängigen Einflüssen, in höherer Qualität innerhalb eines im Vorhinein eindeutig bewertbaren Budgetrahmens und Zeitplans herstellen zu können.

⁷⁴¹ Vgl. TESTA, C.: Die Industrialisierung des Bauens. S. 1 ff

⁷⁴² Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Holzbau der Zukunft Teilprojekt 12 – Modulare, vorgefertigte Installationen in mehrgeschossigen Holzbauwerken. In: Reihe Holzbauforschung – Band7/12. S.

⁷⁴³ Vgl. KAUFMANN, H.: Gebäudetechnik im seriellen Holzbau. In: Tagungsband 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 1.KlaHFT'14 – Versorgen und Umhüllen im Holzbau | Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik. S. C-2 ff

3.5 Grundsätze zu Lean Construction

Im Zuge der Anwendung industrieller Prozesse im Bauwesen sind einerseits die Produktionsprinzipien und andererseits deren Anwendungsfelder grundsätzlich neu zu überdenken. Dabei taucht in diesem Zusammenhang unweigerlich ebenso das Produktionsparadigma *Lean Production* als eigener Denkansatz innerhalb einer Fertigung auf.

Damit verbunden sind zahlreiche Begriffe, welche im Folgenden erläutert werden.

3.5.1 Lean Management und Lean Production allgemein

Der Begriff *Lean Production* gilt als Produktionsmethode, welche seitens der Wissenschaft und Praxis aus den Prinzipien, die bei Toyota ca. ab dem Jahr 1960 angewandt wurden, als westliche Interpretation des zugrunde liegenden japanischen Fertigungssystems abgeleitet wurde. Darunter ist im Wesentlichen eine schlanke bzw. optimierte Produktion zu verstehen.⁷⁴⁴

Grundsätzlich besteht das *System Lean* darin, die Grundgedanken effizienter Arbeitsabläufe zur Herstellung von Produktionsgütern ohne Ressourcenverschwendung zu verfolgen.⁷⁴⁵ Dieser Ansatz trat nach dem Zweiten Weltkrieg aufgrund der Ressourcenknappheit, sowie dem Wunsch nach größerer Produktvariation bei zeitgleich geringerer Nachfrage erstmalig auf.⁷⁴⁶ Die Mitglieder der Führungsetage von Toyota erkannten damals, dass dieses Problem lediglich durch eine bedarfsgesteuerte Fertigung lösbar ist und entwickelten daraufhin eine neue Produktionsphilosophie, das *Toyota Produktionssystem (TPS)*. Toyota konnte durch eine kontinuierliche Verbesserung, Minimierung der Verschwendung und kundenorientierte Wertvorstellung im Laufe der Jahre somit große Optimierung- und Rationalisierungserfolge erzielen.⁷⁴⁷ Dieses Prinzip wurde über mehrere Jahrzehnte lediglich in Japan verfolgt. Erst durch eine in den 1990er Jahren international durchgeführte Studie des *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* zu unterschiedlichen Entwicklungs- und Produktionsprinzipien von Automobilkonzernen wurde die Idee eines schlanken Produktionssystems, wie eben jenes von Toyota, weltweit bekannt.⁷⁴⁸ Die beiden Mitarbeiter des MIT und Autoren der Studie *Womack*

⁷⁴⁴ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 2

⁷⁴⁵ Vgl. DICKMANN, P.: Schlanker Materialfluss – mit Lean Production, Kanban und Innovationen. S. 1 ff

⁷⁴⁶ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 2 ff

⁷⁴⁷ Vgl. BREGENHORN, T.: Bauproduktionsplanung und -steuerung nach den Prinzipien des Lean Management im Spezialfall Erdbau. S. 8

⁷⁴⁸ Vgl. HOWELL, G. A.: What is Lean Construction. S. 1

und Jones⁷⁴⁹ bezeichneten die bei Toyota zugrunde liegende Philosophie als *Lean* und das zugehörige Arbeitsverhalten als Toyota Produktionssystem. Die messbaren und vor allem überproportionalen Unternehmenserfolge der japanischen Autoindustrie verstärkten die weltweite Aufmerksamkeit. Toyota trat dadurch im Jahr 2007 erstmals vor General Motors als Weltmarktführer auf, die für dessen Erfolg verantwortlichen Produktionsmethoden wurden folglich weltweit zum Vorbild für zahlreiche produzierende Unternehmen.⁷⁵⁰

Das grundsätzliche Prinzip im *Lean Management* ist eine stetige Verbesserung, um einzelne Verschwendungspunkte innerhalb der Prozesse bzw. die Verschwendung selbst zu minimieren. Aufbauend auf diesem Prinzip kennt das *Lean Management* die folgenden fünf Eckpfeiler, welche im Rahmen der ursprünglichen Studie zu *Lean Thinking* durch Womack und Jones⁷⁵¹ identifiziert wurden.

Dabei formen die Spezifikation des Wertes, die Identifikation des Wertstromes, der Fluss des Wertes ohne Unterbrechung, auch Flow genannt, das Ziehen des Wertes durch den Kunden, auch als Pull bezeichnet, sowie letztlich das Streben nach Perfektion die fünf Prinzipien bzw. Regeln zur Erreichung des allem übergeordneten Zieles der Minimierung von Verschwendung und der Erlangung von Perfektion die Grundlage des Lean Thinking.⁷⁵²

Im nun Folgenden werden diese fünf Prinzipien in Form eines kontinuierlichen Prozesses näher erläutert (Bild 3.21).



Bild 3.21 Fünf Grundprinzipien des Lean Thinking⁷⁵³

⁷⁴⁹ Vgl. WOMACK, J. P.; JONES, D. T.: *Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation*. S. 1 ff

⁷⁵⁰ Vgl. SCHUH, G.: *Lean Innovation*. S. 2

⁷⁵¹ Vgl. WOMACK, J. P.; JONES, D. T.: *Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation*. S. 1 ff

⁷⁵² Vgl. BREGENHORN, T.: *Bauproduktionsplanung und -steuerung nach den Prinzipien des Lean Management im Spezialfall Erdbau*. S. 8

⁷⁵³ SCHUH, G.: *Lean Innovation*. S. 3

Es zeigt sich, dass mittels *Lean Thinking* der Kunde und dessen Anspruch an ein Produkt, System, o.ä. in den Mittelpunkt gestellt wird. Dieser Grundgedanke fokussiert den Kunden und dessen Wünsche und nicht wie in bisherigen Systemen die alleinige Vorgabe von rigiden Trennlinien, was ein Produkt können sollte. Letztlich gibt der Kunde vor, was er haben will bzw. was das Produkt in seinen Augen scheinbar können muss. Dieser Aspekt gestaltet sich jedoch in unterschiedlichen Zielgruppen sehr differenziert, da es immer weniger um die Basisfunktionen eines Produktes geht, sondern vielmehr um die zusätzlichen Funktionen und individuellen Ausstattungsmerkmale.⁷⁵⁴

In einem nächsten Schritt ist der tatsächliche Wertstrom zu identifizieren, wobei darunter der eigentliche Ablauf der wertschöpfenden Tätigkeiten zu verstehen ist. Zu Beginn erfolgt die Aufnahme sämtlicher wertschöpfender Tätigkeiten, demzufolge alle technologischen und organisatorischen und somit zur Herstellung von Produkten notwendigen Prozesse, sowie auch die nicht wertschöpfenden, unnötigen Abläufe. In diesem Zusammenhang ist jedoch auch festzuhalten, dass nicht jeder nicht wertschöpfende Prozess gleichzeitig auch unnötig ist. Anschließend wird im Weiteren versucht, unnötige Prozesse zu reduzieren oder gar zu vermeiden. Diese Analyse umfasst nicht nur die Prozesse der eigenen Produktion, sondern bspw. auch jene aller beteiligten Zulieferer, denn lediglich mit einer Gesamtbetrachtung können ganzheitliche Optimierungen vorgenommen werden. Damit können einerseits parallel oder doppelt durchgeführte Arbeitsabläufe erkannt und reduziert, sowie andererseits durch die Eliminierung unnötiger Prozesse die Produktion an sich übersichtlicher gestaltet werden. Damit frei gewordene Systemressourcen werden somit zur Förderung der wertschöpfenden Tätigkeiten eingebracht.⁷⁵⁵

Aufbauend darauf gilt es, die erforderlichen Prozessschritte in einen kontinuierlichen Ablauf, einen Fluss zu implementieren. Dies zeigt sich insofern, als dass Erzeugnisse in einem kontinuierlichen Takt die wertschöpfenden Abläufe ohne Rückstau passieren und einen gleichmäßigen Lauf von Produkten hervorbringen. Es steht jedoch der bedarfsgerechten Denkweise einer Produktion der Auslastung folgend gänzlich entgegen. Bereits im Rahmen der Fließbandentwicklung im Jahr 1913 durch *Ford* wurde dies erkannt, wobei das damals vorherrschende Prinzip der großen Bestände erst später bei *Toyota* durch eine große Variantenvielfalt sowie kleine Losgrößen verbessert werden konnte (Vgl. Kap. 3.1.2.3). Die Idee der Reduktion der Rüstzeiten im Fertigungsprozess ermöglicht daher eine signifikante Produktivitätssteigerung und eine zeitgleiche Reduktion der Fehlerquote.⁷⁵⁶

⁷⁵⁴ Vgl. SCHUH, G.: *Lean Innovation* . S. 3

⁷⁵⁵ Vgl. SCHUH, G.: *Lean Innovation* . S. 4

⁷⁵⁶ Vgl. SCHUH, G.: *Lean Innovation* . S. 5

Als wesentlicher Grundsatz im Lean Thinking gilt das Pull-Prinzip, bei welchem das Erzeugnis erst nach der Kundenanfrage produziert wird, was die Bezeichnung Kundentakt trägt. Dieses Pull-Prinzip bedingt geringe Überproduktionen und Lagerkapazitäten, was wiederum dem Prinzip der Vermeidung von Verschwendung entspricht. Grundsätzlich ist dabei vor allem zu beachten, dass als Kunde in diesem Fall nicht nur der Endkunde zu verstehen ist, sondern im Rahmen der Fertigung auch jeder einzelne nachfolgende Prozess den vorherigen Arbeitsschritt als Kunden zu verstehen hat. Dieser löst somit beim Vorgänger eine Bestellung aus, sobald diese erforderlich wird. Dieses Prinzip erlaubt wiederum eine Reduktion der Bestände und ermöglicht allenfalls einen kontinuierlichen Fluss im Rahmen einer transparenten ineinandergreifenden Fertigung.⁷⁵⁷

Das über allem stehende Prinzip der Erreichung von bzw. dem Streben nach Perfektion ist insofern leichter erreichbar, als dass durch das Erkennen der Möglichkeiten der Fehlervermeidung und Prozessverringerung durch die Mitarbeiter dies in den meisten Fällen offenkundig erscheint. Somit wird das Unternehmensziel einer Perfektion im Prozess durchaus erreichbar. Hohe Transparenz in den Prozessen ist dabei hilfreich, wie die Konzentration der zur Verfügung stehenden Ressourcen auf die wertschöpfenden Tätigkeiten und die Elimination unnötiger Abläufe.⁷⁵⁸

Zu Beginn der Entwicklung des Managements wurden diese fünf Prinzipien lediglich in der Automobilindustrie beachtet. Mittlerweile beschäftigen sich zahlreiche andere Fertigungsindustrien – so wie auch die Bauindustrie – mit diesem Erfolgskonzept und versuchen, die grundsätzlichen Ansätze zu integrieren und für sich nutzbar zu machen.

3.5.2 Grundsätze von Lean Construction

Das Bauwesen zeichnet sich im Vergleich zur produzierenden Industrie, wie bspw. der Automobilindustrie, durch eine differenzierte Struktur der Planungs- und Ausführungsprozesse, sowie Gesetzmäßigkeiten und Umfeldbedingungen aus.

Die Prinzipien von *Lean Production* wurden in der Bauindustrie erstmalig im Jahr 1992 näher betrachtet und als *Lean Construction* bezeichnet. Damals wurde von einigen Wissenschaftlern, sowie auch von Baupraktikern versucht, mittels geeigneten Werkzeugen und Methoden branchenspezifische Systeme unter Einbeziehung der Grundsätze aus dem Lean Management für den Baubereich weiter zu entwickeln.^{759, 760} Dabei können

⁷⁵⁷ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 5

⁷⁵⁸ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 6

⁷⁵⁹ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 2

⁷⁶⁰ Vgl. HOWELL, G. A.: What is Lean Construction. S. 1 ff

jedoch die im Lean Thinking existierenden Werkzeuge aufgrund der Andersartigkeit des Baubetriebes nicht ohne weiteres auf das Bauwesen übertragen werden. Es müssen diese entweder adaptiert oder großteils sogar neu entwickelt werden, um im Bauwesen einen Paradigmenwechsel in Richtung Lean anstoßen zu können.^{761, 762}

Demzufolge wurde im Rahmen erster Implementierungsversuche von *Lean Thinking* in der Bauwirtschaft vor allem festgestellt, dass dafür zuerst eine weitläufige Änderung der Produktionsphilosophie im Baubetrieb erforderlich ist. So wurden den idealen Produktionsansätzen von Toyota folgend durch *Koskela*⁷⁶³ Ansätze abgeleitet, welche ein umfassendes Production Management speziell für projektorientierte Systeme, wie eben jenes der Bauwirtschaft, beinhalten.^{764, 765} Diese manifestierten sich im Theoriekonzept *Transformation-Flow-Value*, dem Transformation-Fluss-Wert-Konzept (*TFV-Modell*).^{766, 767} Dieses TFV-Prinzip kombiniert die Transformation (T für Transformation) von Rohmaterialien, also die Umformung in eine Struktur gemäß dem Prinzip des Flusses (F für Flow) von Materialien, sowie der Information der erforderlichen Produktionsprozesse zur Erlangung von Werten (V für Value) unter dem Aspekt der Kundenzufriedenheit und der Umgehung von Werteverlusten. Einerseits erfolgt eine Optimierung des Gesamtsystems durch einzelne Aufwertungen der Teilsysteme. Andererseits kann der Wert des Endproduktes durch jeden einzelnen Teilprozess, welcher ausschließlich durch die Kosten des Inputs festgelegt wird, vergrößert werden. Daraus lässt sich schließen, dass der tatsächliche Produktwert einzig durch die Erhöhung der Qualität oder aber auch durch qualifizierte Arbeitskräfte sowie Mechanisierung und Automatisierung neben der notwendigen Standardisierung gesteigert werden kann.⁷⁶⁸

Somit lässt sich folgende Definition für das Lean Construction bzw. das Construction Management im Allgemeinen ableiten:

⁷⁶¹ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 4

⁷⁶² Vgl. MALKWITZ, A.; KARL, C. K.; WEBER, D.: Lean Construction – Hintergrund und Potenziale durch die Anwendung von Lean-Prinzipien. In: bauaktuell, Nr. 1/6. Jahrgang/Jänner 2015. S. 29 ff

⁷⁶³ Vgl. KOSKELA, L.: Lean production in construction. In: Lean Construction. S. 1 ff

⁷⁶⁴ Vgl. KOSKELA, L. et al.: The foundations of lean construction. In: Design and Construction – building in value. S. 211 ff

⁷⁶⁵ Vgl. KOSKELA, L.: Lean production in construction. In: Lean Construction. S. 2 ff

⁷⁶⁶ Vgl. HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 1 ff

⁷⁶⁷ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 5

⁷⁶⁸ Vgl. HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 36

„Kluge Zuordnung von Ressourcen für die Transformation von Ausgangsmaterialien in Baustrukturen, während gleichzeitig der Fluss von Material und Informationen geglättet wird und der maximale Kundennutzen angestrebt wird.“⁷⁶⁹

Da die Prinzipien von Lean Production zwar mit jenen von Lean Construction grundsätzlich übereinstimmen, sich aufgrund der Verschiedenartigkeit der Baubranche und der Produktionsbranche jedoch unterschiedlicher Werkzeuge bedienen, wurden Methoden entwickelt, welche speziell im Bauwesen zur Übermittlung von Informationen und Anforderungen dienen.⁷⁷⁰

Das *Lean Management im Bauwesen (LMB)* fasst diese Methoden und Werkzeuge auf drei verschiedenen Ebenen zusammen. Hierzu zählen vor allem neue kooperative Vertragsformen auf der obersten Ebene, der Vertragsebene. Im Bereich der darunter angeordneten Planungsebene ist das Last Planner System[®], sowie die Taktzeitsteuerung als das wesentlichste Grundwerkzeug von Lean Construction im Bauwesen anzusehen. Auf der untersten, der operativen Ebene, findet sich die Wertstromanalyse, das *Kanban*, die Pull-Methoden, die Wurzelfehleranalyse und Vorgehensweisen, sowie der Baustellenleitstand einerseits und die Standardisierung und Systematik des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) andererseits.⁷⁷¹ Diese Werkzeuge des Lean Managements im Bauwesen stellen sich zusammengefasst folgendermaßen (Bild 3.22) dar:

⁷⁶⁹ GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 6

⁷⁷⁰ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 6

⁷⁷¹ Vgl. HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 44

<p>Vertragsebene</p>	<p>Neue kooperative Vertragsformen Eine sehr erfolgreiche Form dazu aus dem öffentlichen Bau-sektor ist das australische Vertragsmodell des „Alliancing“, oder aus dem privaten Bausektor das amerikanische Vertragsmodell der „Integrated Form of Agreement“ (IFOA). In Deutschland entwickelt Gehbauer et. al. und Kapellmeister et.al. ein Allianzvertragsmodell, zunächst mit Gültigkeit für den privaten Bausektor.</p>
<p>Planungs- und Design-ebene</p>	<p>Last-Planner System® (LPS) Das LPS ist eine Vorgehensmethodik zur Projektplanung und Projektausführung. Mittels LPS wird nicht nur ein Zeitplan erstellt, sondern es kann ein Produktionsplan entwickelt, Prozesse verstetigt, Pufferzeiten eliminiert werden, und es kann gemeinsames Lernen mit allen Bauprozessbeteiligten (auch Subunternehmer) stattfinden. Wenn LPS richtig angewandt wird, können zudem erheblich weniger Nachträge bzw. Mehrkostenforderungen (MKF) entstehen. Die Taktzeitsteuerung ist eine Planungsmethodik, mit deren Hilfe der Bauablauf in gleichen Losgrößen hinsichtlich der Arbeitspakete getaktet, und dadurch der Produktionsfluss verstetigt wird.</p>
<p>Operative Ausführungsebene / Baustelle</p>	<p>Eine Fülle von Methoden und Werkzeugen steht auf der Baustellenebene zur Verfügung, deren Einsatzeffekte bisher aber lediglich ansatzweise quantifiziert wurden. Einige wesentliche Beispiele sind: Wertstromanalyse, um Prozesse richtig zu verstehen und ggf. Durchlaufzeiten oder Produktionszykluszeiten zu berechnen. Kanban und Pull-Methoden zur Optimierung des Materialflusses und zur Reduzierung der Bestände. 5W als Wurzelfehleranalyse und 5S als Vorgehensprinzip der Sauberkeit und Ordnung. Der Baustellenleitstand als Kommunikationstafel für tägliche Kurzbesprechungen auf der Baustelle, sowie direkte Leistungsvisualisierung und Fehler-Verbesserungsverfolgung pro Gewerk, mit Verknüpfung zu LPS und der Shop-Floor-Management-Methodik. Standardisierung der Arbeitsprozesse und Einführung einer Systematik der Kontinuierlichen Verbesserung (KVP), Andon, das „Big Room“-Konzept u. v. m..</p>

Bild 3.22 Drei Wirkebenen des Lean Management im Bauwesen ⁷⁷²

Das Thema der *kooperativen Vertragsformen*, auch in Zusammenhang mit der weiteren Geschäftsmodellentwicklung wird in den Kap. 2.5.2 bzw. 4.2.4 detaillierter betrachtet. Wesentlich erscheint jedoch an dieser Stelle, dass es erforderlich wird, im Zuge industrieller Bauprozesse auch das Thema der klassischen Vertragsmodelle zu überdenken und Systeme zu etablieren, welche nicht die in der Bauindustrie gelebten Geschäfts- und Vertragsmodelle abbilden. Dies ist somit Teil der obersten Ebene, der Vertragsebene.

Das *Last Planner System®* (LPS) – als Teil der Planungsebene – ist eine spezielle Vorgehensweise, welche versucht, den Prozess der Planung und der Errichtung insofern zu festigen, indem eine Umgebung des Vertrauens und der Kooperation vorherrscht, die Kundenorientiertheit im Fokus steht und alle Akteure in jener Art einbezogen werden, bei welcher ein größtmöglicher Projekterfolg erwartbar ist. Der Kern besteht dabei im We-

⁷⁷² weiterentwickelt aus HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 44

sentlichen in einer gemeinsamen kooperativen Projektabwicklung, einerseits in einem integrierten Projektteam und andererseits in einer maximalen Kundenorientiertheit. Damit ist nicht nur der Endkunde, sondern immer auch der nächste Kunde im Planungs- und Umsetzungsprozess gemeint. Die Bezeichnung LPS leitet sich aus der Tatsache ab, dass im integrierten Projektteam auch all jene Planer und Bearbeiter frühzeitig mitgestalten, welche im herkömmlichen Prozessablauf üblicherweise erst zu einem viel späteren Zeitpunkt eingebunden werden.⁷⁷³ Beide Maßnahmen bzw. Blickwinkel tragen zu gegenseitigem Vertrauen und insgesamt zu großer Transparenz in den Planungs- und Ausführungsprozessen bei.

Das Thema der *Taktzeitsteuerung* wurde in der Fertigungsindustrie entwickelt und umfasst vor allem die Bereiche der Prozessstetigkeit, der Transparenz und der Optimierung der Produktion. Das grundsätzliche Ziel einer Taktzeit besteht in der Berechnung der Leistung sowie der Steuerung einzelner Produktions- und Prozessabläufe. Die Taktzeit, sowie auch die Zykluszeit, gelten als Einschätzungsmaß zur Modifikation der eigentlichen Produktionskapazitäten anhand eines vorher festgelegten Taktes zur Erlangung einer gleichmäßigen Prozessgeschwindigkeit. Die Steigerung der Taktzeit dient der Prozessverbesserung und konnte bereits auf Baustellen durch die Betrachtung und Taktung dieser, ähnlich einer Fertigung in der produzierenden Industrie, erfolgreich implementiert werden.^{774, 775}

Die *Wertstromanalyse* (WSA) als Instrument der dritten Ebene, der operativen Ausführungsebene, dient im Rahmen der Produktionsprozessanalyse in einem breiter gefächerten Feld der Untersuchung und Verdeutlichung der Prozessvarianzen, sowie zur Detailmessung der Prozesse und Zykluszeiten und gegebenenfalls als Grundlage zur Anpassung selbiger.⁷⁷⁶

Das Kartensteuerungskonzept *Kanban*, oftmals auch als *Supermarkt-Prinzip* bezeichnet, ist eine Methode zur Integration von Just-In-Time-Konzepten (Vgl. Kap. 3.1.2.3) und Generierung von Pull-Effekten. Diese Art der Produktionsablaufsteuerung umfasst eine starke Nachfrageorientierung, wobei erst der Verbrauch bzw. die Entnahme eines Materials den Bedarf zur Produktion oder Nachlieferung beim Lieferanten hervorruft. Der Lieferant, im engeren Sinne der Zulieferer, kann dabei innerhalb der eigenen, aber auch der externen Produktion sein. Der Kunde ist somit im weiteren Sinn der Abnehmer, also Nachfolger in der eigenen oder aber auch

⁷⁷³ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 9

⁷⁷⁴ Vgl. BINNINGER, M.; DLOUHY, J.; HAGSHENO, S.: Technical takt planning and takt controlling in construction. In: 2017 – Lean and Computing in Construction Congress (LC³). S. 605

⁷⁷⁵ Vgl. HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 48

⁷⁷⁶ Vgl. BREGENHORN, T.: Bauproduktionsplanung und -steuerung nach den Prinzipien des Lean Management im Spezialfall Erdbau. S. 21

fremden Produktion. Die Entnahme eines Produktes wird entweder physisch in Form von Kärtchen oder heutzutage vorwiegend elektronisch als Information hinterlegt, um die weitere Befüllung mit Produkten zu bewirken. Dieses Pull-System reagiert flexibel auf Änderungen im Bedarf sowie auf Unstetigkeiten in der Fertigung. Eine Steuerung mittels Kanban benötigt geringe Lagerbestände und wenig Administration.^{777, 778}

Ebenso Teil der operativen Ausführungsebene ist die *Wurzelfehleranalyse (5W)* als Systematik, die sich mit dem tatsächlichen Grund eines auftretenden Problems befasst und nicht nur dessen Symptome behandelt.⁷⁷⁹ Dabei steht die fünfmalige Frage nach dem *Warum?* im Mittelpunkt, was auch namensgebend für diesen Ansatz war. Zugleich ist die *5S-Methode* als Ansatz in diesem Zusammenhang zu sehen, welche im Wesentlichen fünf Techniken umschließt, mit denen mittels Ordnung und Sauberkeit Fehler einerseits vermieden und andererseits die Effizienz und Qualität gesteigert werden kann.^{780, 781}

Auf der dritten, der operativen Ausführungsebene gehört der *Construction Operation Board (COB)*, also der *Baustellenleitstand*, zu den wesentlichen Bestandteilen innerhalb des LMB.⁷⁸² Dabei werden Mitarbeiterstecktafeln zur Visualisierung und besseren Kommunikation zentral auf der Baustelle angebracht. Die Tafeln zeigen aber nicht nur die anwesenden Mitarbeiter namentlich mit Foto, sondern auch Schlüsselkennzahlen der Gewerke mit Mitarbeiteranwesenheitsraten, sowie die Art und Anzahl an Qualitätsmängeln der einzelnen Gewerke. Ebenso ist die Arbeitszeiteinteilung, die Baustellenarbeitsvorbereitung mit dem Bauzeitplan und der Visualisierung des zu errichtenden Objektes sowie der Unternehmenskodex in Bezug auf die zugrunde liegenden Produktionsprinzipien ein wesentlicher Bestandteil dieser Mitarbeiterstecktafeln.⁷⁸³

Der *Kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP)*, ursprünglich auch als *Kaizen* bezeichnet, stellt einen wesentlichen Ansatz des Lean Managements dar. Dieser Versuch der kontinuierlichen Verbesserung der Fertigungsprozesse hat zum Ziel, eine perfekte Produktion zu gestalten. Dies

⁷⁷⁷ Vgl. HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 33

⁷⁷⁸ Vgl. KLUG, F.: Logistikmanagement in der Automobilindustrie. S. 179 ff

⁷⁷⁹ Vgl. BREGENHORN, T.: Bauproduktionsplanung und -steuerung nach den Prinzipien des Lean Managemant im Spezialfall Erdbau. S. 20

⁷⁸⁰ Vgl. <https://logistikknowhow.com/7634-2/>. Datum des Zugriffs: 09.Oktober.2017

⁷⁸¹ Vgl. HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 102

⁷⁸² Vgl. HOFACKER, A.; HICKETHIER, G.; BREGENHORN, T.: Der Baustellen-Leitstand – Shop-Floor-Management-Konzept für Baustellen. S. 1 ff

⁷⁸³ Vgl. HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 34 ff

geschieht u.a. durch die Verknüpfung von Innovationen innerhalb der Prozesse und kontinuierlicher stufenweise Verbesserung.^{784, 785} Der Kern eines KVP ist der *PDCA-Zyklus*, also ein Verbesserungskreislauf mit einem Plan (P für Plan), mit einer Aktivität (D für Do), mit einer Prüfung (C für Check) und einem Vorgehen (A für Act). Somit entsteht der Aufbau eines Qualitätszirkels nach dem Prinzip plan-do-check-act (PDCA), welcher sich stetig im selben Ablauf wiederholt, um damit kontinuierlich Verbesserungen zu generieren. Nach dem Durchgang eines Zyklus kann lediglich die fehlende Standardisierung eines Prozesses den Rückfall in das alte System verhindern. Somit stellt der stetige Versuch der Optimierung und das Streben nach Perfektion die eigentliche Motivation zur Erlangung selbiger dar.⁷⁸⁶ Ergänzend zum KVP ist *Andon* als Produktionslinienstopampel anzusehen, welche den Zustand innerhalb der Fertigung, Abweichungen und auftretende Probleme anzeigt, um rasch in diese eingreifen zu können.⁷⁸⁷

Die in diesem Zusammenhang beschriebenen Werkzeuge, Aktivitäten und Denkweisen lassen das Lean Management im Bauwesen (LMB) als mächtige, übermäßig wirkende und dennoch regulierende Maßnahme zur Erlangung von Effizienz erscheinen. Es ist jedoch nicht die Aufgabe des LMB, die Abläufe radikal zu verschlanken, Ressourcen abzubauen, Kosten einzusparen, Arbeitsplätze zu eliminieren und mit den wenigen verbleibenden Personen möglichst mehr zu leisten. Lean Management verfolgt einen höheren Anspruch nach der Vereinbarkeit zwischen den Interessen jedes einzelnen und des gemeinsamen Projektes. Dies kann durch robuste Prozesse, verstärkte Kooperation und transparente Interessensvertretungen sowie durch eine Nutzung von vorhandenen Potenzialen erreicht werden. Damit lassen sich die gewünschten Verschwendungen reduzieren und der Drang zur Perfektion auch größtenteils realisieren. Zugleich ist durch eine bessere Ressourcennutzung eine Zeitersparnis erreichbar, eine Qualitätssteigerung erzielbar sowie die Produktivität steigerbar.⁷⁸⁸

⁷⁸⁴ Vgl. KIRNER, E.; ARMBRUSTER, H.; KINKEL, S.: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess – Baustein zur Prozessinnovation in KMU?. In: Mitteilung Nummer 40. S. 1 ff

⁷⁸⁵ Vgl. KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gebbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009. S. 41

⁷⁸⁶ Vgl. BREGENHORN, T.: Bauproduktionsplanung und -steuerung nach den Prinzipien des Lean Managemnt im Spezialfall Erdbau. S. 10

⁷⁸⁷ Vgl. HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. S. 30

⁷⁸⁸ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 9

3.5.3 Erfolgsfaktor Lean Construction

Die Frage nach dem zu erwartenden Erfolg von Lean Management und Lean Construction ist einerseits eine Frage der Umsetzung und Implementierung von Werkzeugen sowie Handlungsweisen im Rahmen der Fertigung, andererseits ist dazu jedoch mehr erforderlich. Es ist ein gänzlich Umdenken aller Beteiligten notwendig, um die Chance zur Verbesserung durch Lean Management Methoden auch langfristig im Unternehmen nutzbar zu machen. Es muss ein Denken in Lean-Prozessen (Lean Thinking) im Unternehmen und bei allen Beteiligten entstehen.

Dies widerspricht jedoch jeglichem Denken in klassischen Abteilungen und Karrierevorstellungen Einzelner, sondern fasst den Blick auf das Ganze ins Visier.⁷⁸⁹ Vorrangig ist dabei der Fokus auf die Vorstellungen des Kunden und dessen Werte, was bedingt, dass die Definition dieses Wertes sowie die Planung der Abläufe an sich zeitlich weit vor dem eigentlichen Beginn der Produktion liegen. Der erhebliche Einsatz von Ressourcen, welcher notwendig ist, um die komplexen Zusammenhänge von der Produktidee bis hin zum Prototypen abzubilden und für die Produktion vorzubereiten, stellt bereits vor Produktionsbeginn eine wesentliche finanzielle, zeitliche und personelle Einflussgröße dar. Diese frühzeitige Investition von Ressourcen ermöglicht effiziente und transparente Prozesse und die Nutzung vorhandener Optimierungspotenziale.^{790, 791}

Die fünf Lean Prinzipien bilden den Ausgangspunkt für die weitere Forschung in diesem Bereich, was auch als *Lean Innovation* bezeichnet wird. Dieser Ansatz wird jedoch teilweise von verschiedenen Wissenschaftsrichtungen unterschiedlich gesehen bzw. interpretiert. Er trifft vor allem auf jene Felder zu, in denen es um ganzheitliche Ansätze zur Verschwendungsvermeidung im F&E-Bereich geht, um die Lean Prinzipien auch dort zu manifestieren.⁷⁹² Zahlreiche Einflussgrößen bilden in der Lean Innovation die Basis für dessen erfolgreiche Einführung in die tägliche Praxis, wobei unter Lean Innovation folgendes zu verstehen ist:

„Lean Innovation bezeichnet die Übertragung des Lean Thinking auf die F&E produzierender Unternehmen von der Idee bis zur erfolgreichen Entwicklung der Marktreife und umfasst dabei die vier Handlungsfelder eindeutig Priorisieren, früh Strukturieren, einfach Synchronisieren und sicher Adaptieren.“⁷⁹³

Das Ziel von Lean Innovation wird somit durch die Vorgabe von Randbedingungen und Leitlinien umgesetzt, welche – unter Berücksichtigung dieser am Markt – effektive *Lean Products* in der Entwicklung mit einem möglichst hohen Maß an Effizienz ermöglicht. Dabei zeigt sich, dass vor allem

⁷⁸⁹ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 6

⁷⁹⁰ Vgl. HEIDEMANN, A.: Kooperative Projektentwicklung im Bauwesen unter Berücksichtigung von Lean Prinzipien. In: Gehbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 68/KIT Scientific Publishing 2011. S. 3 ff

⁷⁹¹ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 6

⁷⁹² Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 8

⁷⁹³ SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 11

die Effektivität der entwickelten Produkte mit starker Kundenorientierung, sowie eine effiziente Produktentwicklung, erhebliche Potenziale vor allem im F&E-Bereich aufweisen. Aus dem Ziel von Lean Innovation lassen sich des Weiteren die vier Handlungsfelder – eindeutig priorisieren, früh strukturieren, einfach synchronisieren, sowie sicher adaptieren – ableiten. Diese Handlungsfelder bilden wiederum die Ausgangsbasis für die jeweils drei zugehörigen Handlungsrahmen, welche in ihrer Gesamtheit gesehen schlussendlich die Maßgabe für eine kontinuierliche Verbesserung der F&E darstellt.⁷⁹⁴ Gemäß einer Umfrage an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH) im Jahr 2007 ergibt sich ein Bild großer Divergenz. Der Großteil der Unternehmen hatte zu diesem Zeitpunkt noch nicht damit begonnen, das Thema Verschwendung in der Produktentwicklung zu thematisieren. Dies konnte bis heute zwar etwas verbessert und ein verstärktes Bewusstsein dafür generiert werden, jedoch besteht in diesem Spannungsfeld nach wie vor enormes Optimierungspotenzial.⁷⁹⁵

Dabei können diese zwölf Handlungen bzw. Aktivitäten innerhalb der Lean Innovation wie folgt dargestellt werden (Bild 3.23).



Bild 3.23 Handlungsfelder und Handlungsrahmen im Lean Innovation ⁷⁹⁶

Die Unterteilung in die vier Handlungsfelder sowie dessen weitere Gliederung in die jeweiligen Handlungsrahmen bilden die notwendige Voraussetzung für das Innovationsmanagement im F&E-Bereich.

Im ersten Handlungsfeld *Eindeutig Priorisieren* geht es im Wesentlichen darum, dass eine strategische und nicht zufällig gewählte Positionierung

⁷⁹⁴ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 10 ff

⁷⁹⁵ Vgl. SCHUH, G.; LENDERS, M.; SCHÖNING, S.: Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg – Ergebnisse der Erhebung. S. 3

⁷⁹⁶ <http://www.lean-innovation.de/de/default.html>. Datum des Zugriffs: 09.Oktob.2017

erfolgt und sich ein beliebiges Ergebnis einstellt sowie die Prozesse dazu wahllos aufeinanderfolgen. Demzufolge bedarf es einer eindeutigen *strategischen Positionierung*⁷⁹⁷, einer fassbaren Hierarchisierung, sowie eines geeigneten Roadmappings. Dies bedeutet, dass bewusst geschaffene Voraussetzungen in Form einer Strategie den eigentlichen Rahmen bilden, in welchem durch eine eindeutige Zieldefinition des Kundenwunsches mittels passender Werkzeuge und konsequenter Verfolgung der Zielvorgaben und Zielerreichung, dieses Ziel auch prioritär bis zum Abschluss verfolgt wird.⁷⁹⁸

Das zweite Handlungsfeld *Früh Strukturieren* hat zum Ziel, die Strukturierung der Umsetzung möglichst frühzeitig vorzunehmen, um eine eventuell auftretende Verschwendung bereits zu Beginn zu vermeiden. Dabei stellen innerhalb dieses Feldes die Produktarchitekturgestaltung, die Sortimentsvariation, sowie die Lösungsraum-Steuerung den zu berücksichtigenden Handlungsrahmen dar. Die Beschreibung der Funktionsgestaltung und zugehörigen Standards schafft die notwendige Transparenz in der Entwicklung des Produktes. Demzufolge stellt eine große Produktvielfalt große Herausforderungen an das Kosten/Nutzen-Verhältnis und den Bezug zu den Produktmerkmalen. Die Steuerung des Lösungsraumes stellt die zielführende Vorgehensweise dar, zu welchem Zeitpunkt die Iterationsschritte zu verändern sind, um innerhalb kurzer Zeit unter Berücksichtigung möglicher Alternativen die beste Lösung ohne unnötige Kosten zu erhalten.⁷⁹⁹

Im dritten Handlungsfeld *Einfach Synchronisieren* wird vor allem die Kooperation der Beteiligten in den Vordergrund gestellt. Durch die große Anzahl an Disziplinen und Kenntnissen jedes Einzelnen ist diese Fähigkeit eine unbedingte Voraussetzung zur gemeinsamen Zielerreichung. Dabei stellen die Wertstromoptimierung, die Datenkonsistenz, sowie die eigentliche Projektsteuerung den eigentlichen Handlungsrahmen dar. Die Wertstromoptimierung umfasst hierbei vor allem die Durchgängigkeit sowie die Wiederholbarkeit der kreativen und repetitiven Prozesse. Die Durchgängigkeit der Daten innerhalb des Entwicklungsprozesses stellt hingegen die Grundlage und Voraussetzung für eine erfolgreiche Innovation dar. Die Projektsteuerung sollte dabei detailliert und durchdacht sein, um die zuvor definierten allgemeinen Ziele und individuellen Kundenwünsche konsequent zu erreichen.⁸⁰⁰

Im letzten Handlungsfeld *Sicher Adaptieren* wird die laufende Erkenntnis der Verbesserungspotenziale zur stetigen Weiterentwicklung zusammengefasst. Das Innovationscontrolling, das Release-Engineering, sowie die kontinuierliche Verbesserung bilden den zugehörigen Handlungsrahmen.

⁷⁹⁷ Vgl. PORTER, M. E.: Wettbewerbsvorteile (competitive Advantage) – Spitzenleistungen erreichen und behaupten. S. 1 ff

⁷⁹⁸ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 19 ff

⁷⁹⁹ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 65 ff

⁸⁰⁰ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 137 ff

Hierbei wird innerhalb des Innovationscontrollings die Rolle des stetigen und repetitiven Feedbacks fixiert. Die teils stark variierenden Lebenszyklen einzelner Produkte bzw. Teile innerhalb eines Produktes bedürfen des Release-Engineerings, welches die einzelnen Funktionalitäten und die Dauerhaftigkeit eines Produktes auszeichnen. Die kontinuierliche Verbesserung, welche ein Kern-Prinzip von Lean Thinking darstellt, bildet den Rahmen für eine möglichst große Wirksamkeit der Strukturen und Prozesse.⁸⁰¹

Dieser Lean Innovation Ansatz beschreibt somit jene vier Handlungsfelder, welchen es zu verfolgen gilt, um unter Berücksichtigung der Lean Prinzipien Innovation konsequent und mit Erfolg zu gestalten.

Eine im Jahr 2013 veröffentlichte Studie von McGraw Hill Construction⁸⁰² zeigt die größten Herausforderungen in der Umsetzung von Lean Prinzipien in den Unternehmen. Diese liegen gemäß nachfolgendem Bild 3.24 großteils in der Unwissenheit der Beteiligten sowie in der Unterstützung der erforderlichen Support-Prozesse innerhalb des Projektteams. Ebenso rangieren die Vorurteile großer Komplexität, sowie der Widerstand der Mitarbeiter in den eigenen Reihen weit vorne in den Herausforderungen, welche eine Lean Implementierung mit sich bringen. Des Weiteren besteht in der gesamten Bauindustrie grundsätzlich ein eher geringes Verständnis für das Thema Lean, was auch die geringe Unterstützung bzw. Sicht der Notwendigkeit begründet. Zahlreiche Beteiligte sehen einen erhöhten Zeitaufwand als ein Hindernis an, wie die Bedenken der erwartbaren Profitabilität in Zusammenhang mit der Implementierung von Lean Construction im Bauwesen.⁸⁰³

⁸⁰¹ Vgl. SCHUH, G.: Lean Innovation . S. 197 ff

⁸⁰² Vgl. <https://www.construction.com/>. Datum des Zugriffs: 04.Oktob.2017

⁸⁰³ Vgl. MCGRAW HILL CONSTRUCTION: Smart Market Report – Lean Construction – Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency. S. 39



Bild 3.24 Studie McGraw Hill Construction – Herausforderungen bei der Implementierung von Lean Construction ⁸⁰⁴

Letztlich zeigt sich, dass im Falle der Verfolgung bzw. Implementierung der Lean Prinzipien im Bauwesen sich durchaus messbare Erfolge einstellen. Diese können von überschaubaren, aber auch durchaus bemerkbaren Verbesserungen in der Zusammenarbeit Einzelner sowie der gemeinsamen Prädiktion der Zukunft der Planungsprozesse und Schnittstellen bis hin zur gänzlichen Umgestaltung sämtlicher Management- und Ausführungsprozesse reichen. Es zeigte sich bei konsequenter Implementierung des Lean Thinkings in den vergangenen Jahren jedoch bereits ein Paradigmenwechsel durch rasche und unkomplizierte Planungsprozesse, in einer wesentlichen Reduktion der Rückfragen, in einer abnehmenden Anzahl an Mehrkostenforderungen bzw. eine Herabsetzung dieser auf tatsächliche Änderungen sowie in einer kollegialen Zusammenarbeit zwischen Bauherren, Planern und ausführenden Unternehmen. Schlussendlich wird auf den gewünschten Kundenwert des Produktes von Anfang an zielgerichtet hingearbeitet.⁸⁰⁵

⁸⁰⁴ weiterentwickelt aus: MCGRAW HILL CONSTRUCTION: Smart Market Report – Lean Construction – Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency. S. 39

⁸⁰⁵ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 31

3.5.4 Anwendbarkeit und Umsetzung von Lean Construction

Für theoretische Konzepte und Gedankenansätze scheint es oftmals schwierig, diese in konkrete Maßnahmen und Handlungen in der Praxis zu integrieren.

Um die Prinzipien von Lean Construction innerhalb eines Bauunternehmens bzw. eines Bauvorhabens erfolgreich umzusetzen, ist es zunächst erforderlich, eine Änderung der klassischen Organisationsform, wie sie im Allgemeinen die Baubranche beherrscht, vorzunehmen. Dabei muss die Struktur der Organisation von der üblichen Top-Down- hin zu einer Bottom-Up-Gliederung umgebaut werden (Vgl. Bild 3.25). Zusätzlich ist es aber unabdingbar, dass sich eine neue Unternehmenskultur sowohl im Stil der Führungsebene, als auch in den einzelnen Vertragsbestandteilen und -zusammenhängen abzeichnet.⁸⁰⁶ Des Weiteren kommt dem Thema Teamarbeit eine wesentlich größere Bedeutung zu, sowie auch der Rollenverteilung auf der Bauleitungs-, Vorarbeiter- und Facharbeiterebene, sowohl beim Hauptunternehmen, als auch bei allen Zulieferern und Nachunternehmern.⁸⁰⁷

Diese Veränderung der klassischen Strukturen hin zu neuen Aufbauorganisationen bedingt ein neues Organisationsmodell, welches als *Bau-Produktionssystemmodell (Bau-PSM)* diesen Wandel von der Top-Down zur Bottom-Up-Struktur abbildet (Vgl. Bild 3.25). Die oftmals als mittleres Management zusammengefasste Ebene der Projektleitung bzw. Bauleitung, in manchen Fällen bereits als Prozessmanager bezeichnet, tragen einerseits die Hauptverantwortung für die im Projekt zu erreichenden Ziele und andererseits definieren sie auch oftmals gemeinsam diese zu erlangenden Zielvorstellungen und Randbedingungen.⁸⁰⁸ Sie managen damit hauptsächlich die Prozesse und geben die Richtung vor.

Auf die darunter liegenden Ebenen der Vorarbeiter und Facharbeiter wird gemäß den Lean Prinzipien verstärkt Verantwortung in der Planung, Steuerung und Kontrolle der Abläufe übertragen. Dabei gilt der Fokus vor allem der eigenverantwortlichen, teilautonomen Gruppenarbeit bzw. Teamwork, welche nicht wie bisher ausschließlich die handwerklichen Tätigkeiten vollbringt, sondern vermehrt Themen der Material- und Werkzeugverfügbarkeit, Sicherheit am Arbeitsplatz sowie der laufenden Qualitätskontrolle in den Mittelpunkt ihrer Tätigkeiten stellt. Es ist somit die Aufgabe dieser

⁸⁰⁶ Vgl. KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gebbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009. S. 54

⁸⁰⁷ Vgl. HOWELL, G.; BALLARD, G.: Implementing Lean Construction: understanding and action. S. 1 ff

⁸⁰⁸ Vgl. KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gebbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009. S. 55

operativen Ebene, einzelne Probleme im Prozess zu erfassen, Vorlaufzeiten zu dokumentieren und eine reibungslose Kooperation der eigenen Beteiligten und fremden Gewerke zu ermöglichen.⁸⁰⁹

Diese Bottom-Up-Struktur zeigt sich in nachfolgender Abbildung (Bild 3.25):

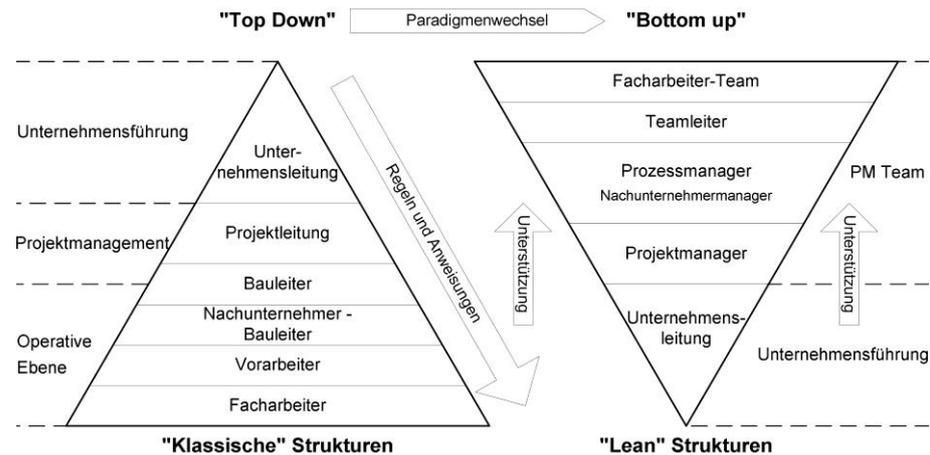


Bild 3.25 Bau-Produktionssystemmodell (PSM) – Top-Down und Bottom-Up Struktur⁸¹⁰

Mithilfe einer derartigen Organisationsstruktur erscheint es möglich, die Prinzipien von Lean Construction innerhalb einer Organisation zu implementieren und auch die Voraussetzungen zu schaffen, diese Prinzipien zu integrieren. Dabei zeigt sich, dass dem Thema Teamwork eine maßgebliche Bedeutung zukommt. Ebenso ist das Thema der Eigenverantwortung auf allen Ebenen der wesentliche Treiber im Rahmen eines verbesserten Ressourcen- und Informationsmanagements.

Mit der Integration eines neuen Organisationsmodelles werden Voraussetzungen geschaffen, um in einem Unternehmen die Lean Prinzipien realisierbar zu machen. Des Weiteren ist es aber notwendig, die zuvor beschriebenen Ansätze auf den drei Ebenen konsequent und schrittweise im Unternehmen als die maßgebenden und vorherrschenden Werkzeuge und Mechanismen zu etablieren.

Im Rahmen zweier Studien des *Lean Construction Institute*⁸¹¹, durchgeführt durch *Dodge Data & Analytics* sowie der *University of Minnesota* zeigt sich, dass Projekte, welche den Lean Prinzipien folgend in den USA

⁸⁰⁹ Vgl. KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gehbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009. S. 55 ff

⁸¹⁰ KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gehbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009. S. 57

⁸¹¹ Vgl. <https://www.leanconstruction.org/learning/>. Datum des Zugriffs: 04.Okt.2017

realisiert wurden, eine um rund dreimal so hohe Wahrscheinlichkeit einer frühzeitigen Fertigstellung, sowie einer doppelt so hohen Wahrscheinlichkeit einer Budgetunterschreitung aufweisen (Bild 3.26). Die Studie wurde unter Berücksichtigung von 162 Bauprojekten vorgenommen und zeigt die besten Projekte, welche mittels Anwendung von Lean Management Methoden realisiert wurden.⁸¹²

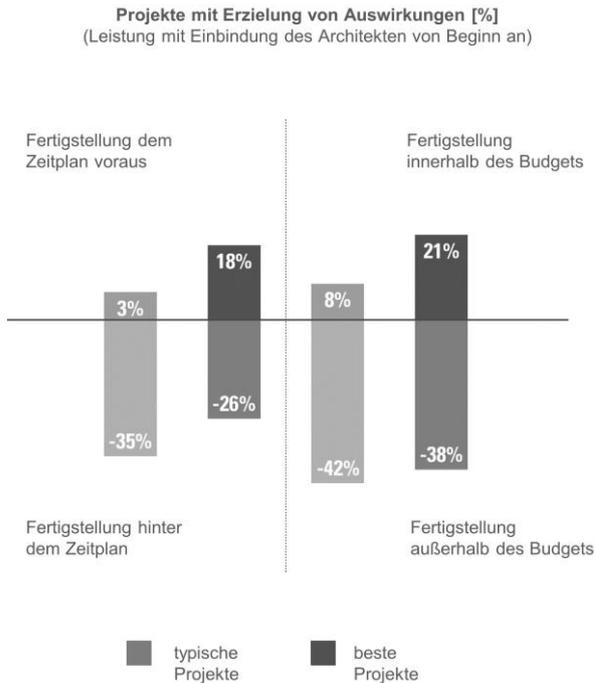


Bild 3.26 Studie Lean Construction Institute über Projektperformance⁸¹³

Im Vergleich dazu zeigt die Studie von McGraw Hill Construction aus dem Jahr 2013 die Verteilung der Effizienz unterschiedlicher Bauprozesse in der Bauindustrie (Bild 3.27). Der große Prozentsatz ineffizienter bzw. sogar als höchst ineffizient einzustufende Prozesse mit über 60 % wird durch die Gruppe der Befragten, welche bereits mit den Lean Prinzipien vertraut sind bzw. diese anwenden, bestätigt und zeigt die enorme Divergenz in der Branche. Im Gegensatz dazu sehen mehr als 55 % der Befragten, welche noch nicht mit dem Thema Lean in Kontakt gekommen sind, die laufenden Bauprozesse als effizient bzw. hocheffizient an. Dies bedeutet, dass dem Großteil der Beteiligten innerhalb des Bauwesens die große Ineffizienz noch nicht bewusst ist und somit keine Notwendigkeit gesehen wird, am bestehenden System etwas zu ändern.⁸¹⁴

⁸¹² Vgl. <https://www.leanconstruction.org/learning/>. Datum des Zugriffs: 04.Oktober.2017

⁸¹³ weiterentwickelt aus: <https://www.leanconstruction.org/learning/>. Datum des Zugriffs: 04.Oktober.2017

⁸¹⁴ Vgl. MCGRAW HILL CONSTRUCTION: Smart Market Report – Lean Construction – Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency. S. 6



Bild 3.27 Studie McGraw Hill Construction – Prozesseffizienz im Bauwesen ⁸¹⁵

Wesentlicher erscheint jedoch innerhalb dieser Studie die tatsächliche Auswirkung des Einsatzes von Lean Construction im Bauwesen (Bild 3.28). Neben dem Thema der höheren Arbeitssicherheit stehen gemäß der nachfolgenden Abbildung vor allem der grundlegende Faktor der Kundenzufriedenheit, die dabei erreichte höhere Qualität, die stark reduzierte Bauzeit, die wesentlich höhere Produktivität, die reduzierten Projektkosten und größere Profitabilität sowie das bessere Risikomanagement hervor.

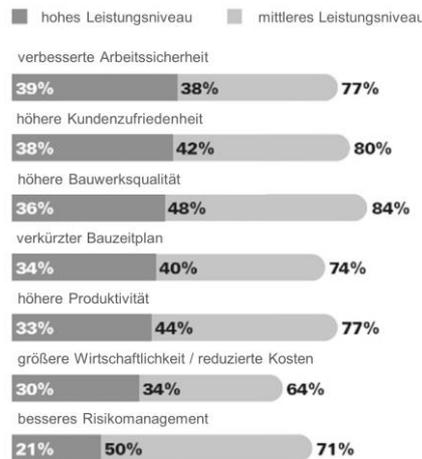


Bild 3.28 Studie McGraw Hill Construction – Projektbenefit erreicht durch Lean Construction ⁸¹⁶

Zur Implementierung der Lean Prinzipien in einem Bauunternehmen bedarf es jedoch neben der Änderung der Organisationsstruktur und den eindeutigen Zuständigkeiten sowie einer neuen Unternehmenskultur vor allem auch der Ausbildung und Heranführung der Mitarbeiter und externen Beteiligten an das Thema Lean. Verstärkte interne und externe Informationskampagnen und der ständige Hinweis auf die erreichbare Effizienzerhöhung bildet dabei die grundlegende Philosophie in diesem Lernprozess.

⁸¹⁵ weiterentwickelt aus: MCGRAW HILL CONSTRUCTION: Smart Market Report – Lean Construction – Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency. S. 6

⁸¹⁶ weiterentwickelt aus: MCGRAW HILL CONSTRUCTION: Smart Market Report – Lean Construction – Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency. S. 7

Diese mit der Implementierung neuartiger und abgestimmter Software verbundene Maßnahme ist vor allem zur Bildung von Vertrauen und Forcierung der Kooperationsbereitschaft aller in den Prozessen Mitverantwortlichen erforderlich. Der generelle Plan des Lean Denkens ist dabei so konsequent als möglich mit einer ständig begleitenden Kontrolle mit höchstem Detaillierungsgrad, welcher beginnend auf der Facharbeiterebene bis ins obere Management mit größtmöglicher Präzision langfristig umgesetzt werden muss, zu verfolgen. Umfassendes Verständnis und ständige Analyse der laufenden Prozesse unterstützen dabei die schrittweise Herangehensweise zur erfolgreichen Implementierung von Lean Construction im Bauwesen.^{817, 818}

Die in diesem Kapitel beschriebenen Grundlagen bilden die Basis für die weitere Untersuchung, welche die holzbauspezifischen Randbedingungen im Kontext des Industriellen Bauens berücksichtigt. Dabei wird einerseits die Systematik der in der Produktionstheorie bestehenden Konzepte weiterverfolgt, und andererseits unter Einbindung der Ansätze aus dem Bauprozessmanagement sowie die bauspezifischen Konstellationen des Holzbaus diese in einem ganzheitlichen Prozessmodell verbunden.

⁸¹⁷ Vgl. MCGRAW HILL CONSTRUCTION: Smart Market Report – Lean Construction – Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency. S. 8

⁸¹⁸ Vgl. GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. S. 31 ff

4 Grundlagen und baubetriebliche Bestandsaufnahme des Industriellen Holzbaus

In diesem Abschnitt werden die Grundsätze des Industriellen Bauens mit speziellem Fokus auf den Holzbau erläutert. Dies umfasst die verwendeten Begrifflichkeiten ebenso wie die zugrunde liegende Bausysteme und Bauverfahren im Holzbau. Neben den technischen Rahmenbedingungen, welche sich aufgrund der Vorfertigung sowie Standardisierung ergeben, kommt vor allem dem Thema der Modularisierung eine erhöhte Aufmerksamkeit zu. Hierzu ist es notwendig, die Unternehmenslandschaft und Organisationsstrukturen unter bauwirtschaftlichem Blickwinkel zu beleuchten, um bestehende Unternehmensstrategien zu analysieren. Zusätzlich sollen dadurch auch Marktpotenziale erkannt und entsprechende Geschäftsmodelle entwickelt werden, wobei die Zielsetzung eine konstante und nachhaltige Markterweiterung ist.

Im Industriellen Bauen wird der Fokus auf den Prozess der Planung mit seinen holzbauspezifischen Ausprägungen mit baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Elementarfaktoren ergänzt. Dabei bekommt aufgrund der Vorfertigung das Thema der Arbeitsvorbereitung im Holzbau ebenso wie die zugehörige Bauverfahrenstechnik und der erforderliche Ressourceneinsatz besondere Bedeutung. Die bauwirtschaftlichen Besonderheiten des Holzbaus zeigen sich vor allem in den Themen Ausschreibung und Kalkulation, welche zwar den allgemein gültigen Regeln folgen, dennoch einige Holzbauspezifika vor allem durch den Aspekt der Vorfertigung und Integration weiterer Gewerke aufweisen.

Diese Situationsanalyse im Holzbau fußt demnach auf den Grundsätzen des Bauprozessmanagements (Vgl. Kap. 2) sowie den Grundlagen zum Industriellen Bauen (Vgl. Kap. 3), besitzt jedoch aufgrund zahlreicher spezifischer Randbedingungen im Holzbau Besonderheiten und Merkmale, welche es für die holzbauspezifische Weiterentwicklung des Bauprozessmanagement zu berücksichtigen gilt.

4.1 Grundsätze des Industriellen Holzbaus

Das Industrielle Bauen, sowie die Kennzeichen und Potenziale, wie sie im vorangegangenen Abschnitt 3 beschrieben wurden, finden sich auch in unterschiedlichen baustoffspezifischen Anwendungen wieder. An dieser Stelle wird speziell auf den Bau- und Werkstoff Holz näher eingegangen und seine spezifischen Bausysteme sowie deren Standardisierung, (Vor-)Fertigung und Baustellenumsetzung in Korrelation mit dem Industriellen Bauen eingehend betrachtet. Es wird der Frage nachgegangen, was das Industrielle Bauen mit Holz auszeichnet, wie die allgemein gültigen industriellen Prozesse materialspezifisch zu adaptieren sind und zu welchen Herausforderungen die Standardisierung zur Nutzung der Potenziale industrieller Baumethoden führt.

Im Vordergrund dieser Betrachtung steht dabei vor allem der Begriff der Industrialisierung, da der Werkstoff Holz aus einem traditionellen Handwerk heraus gewachsen ist und bis heute Dimensionen erreicht, bei welchem eine Symbiose aus handwerklicher Kunst, ingenieurmäßigem Denken und industrieller Fertigung vorherrschen.

4.1.1 Begriffe des Industriellen Holzbaus

Zu Beginn der eigentlichen Betrachtung des Industriellen Holzbaus gilt es einige wesentliche damit in Zusammenhang stehende Begriffe im folgenden Kapitel zu differenzieren.

4.1.1.1 Holzbau allgemein

Der Begriff Holzbau umfasst jenen Bereich des Bauwesens, bei welchem der Werkstoff Holz bzw. Holzwerkstoffe als führende Baustoffe in unterschiedlichen Projekten vor allem im Hochbau eingesetzt werden. Zusätzlich beschreibt der Begriff auch die Bezeichnung für ein in Holzbauweise errichtetes Bauwerk.⁸¹⁹ Der Holzbau stellt ein umfangreiches, altes Fachgebiet des Bau- und Ingenieurwesens dar, welche sich vor allem durch seine Ausgestaltung wesentlich vom Bauen mit anderen Baustoffen unterscheidet.

4.1.1.2 Traditioneller Holzbau

Das Bauen mit dem Werkstoff Holz reicht bis zu den Anfängen der Menschheitsgeschichte zurück und weist demnach eine Historie wie kein anderer Baustoff auf. Die regionale und unmittelbare Verfügbarkeit von Holz gab den Menschen seit jeher die Möglichkeit, mit einfachen Mitteln

⁸¹⁹ Vgl. <http://www.enzyklo.de/Begriff/Holzbau>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

und Werkzeugen einzelne Stämme zu bearbeiten, um damit Behausungen zu errichten. Mit Hilfe erster stabförmiger Produkte gelang es den Menschen über Jahrhunderte hinweg in unterschiedlichsten Einsatzformen Bauwerke zum Wohnen bzw. Schutz sowie zur Überwindung von Hindernissen, wie bspw. Flüssen zu errichten. Erste Pfahlbauten aus dem 4. Jahrtausend v.Chr. sowie Blockbauten aus dem 9. Jahrtausend v. Chr. zeugen vom Einsatz des Werkstoffs Holz sowie dem Einfallsreichtum der Menschen, welche diesen verarbeiteten.⁸²⁰

Dieser als traditionell einzustufende Holzbau hat sich über die Jahrhunderte stetig weiter entwickelt. Die Methoden der Verarbeitung des Werkstoffes wurden kontinuierlich verbessert, die Einsatzbereiche maßgeblich erweitert sowie auch die grundlegenden Kenntnisse des Materials untersucht. Dennoch wurden vor allem in den letzten Jahrzehnten die Verarbeitung des Stammes in Holzprodukte bzw. Holzwerkstoffe wesentlich durch den Einsatz maschineller Technologien und Verwendung neuer Werkzeuge geprägt.⁸²¹ Allerdings wurden und werden diese großteils maschinell gefertigten Einzelprodukte nach wie vor hauptsächlich manuell miteinander kombiniert und zu Produkten weiterverarbeitet.

Der traditionelle Holzbau zeichnet sich hauptsächlich durch manuelle Verarbeitung von zumeist maschinell hergestellten Holzprodukten aus. Die Qualität eines Holzbaus hängt damit zwar von den Verarbeitungstechnologien einzelner Werkstoffe ab, einen maßgeblichen Einfluss bei der Errichtung von Bauwerken aus Holz hat jedoch nach wie vor die manuelle Weiterverarbeitung durch Fachkräfte, welche die Baustoffe auf der Baustelle fügen und so ein Gesamtbauwerk erstellen. In diesem Zusammenhang ist vor allem das Thema der Fügung einzelner Bauteile und Baustoffe von wesentlicher Bedeutung, da im traditionellen Holzbau vor allem zimmermannsmäßige Verbindungen (Vgl. Kap. 4.1.3.7) dominieren.⁸²²

4.1.1.3 Industrieller Holzbau

Im Vergleich zum beschriebenen traditionellen Holzbau zeichnet sich der Industrielle Holzbau vor allem durch den Einsatz industrieller Methoden nicht nur in der Fertigung, sondern auch auf der Baustelle aus. Allerdings ist die Grenze oftmals fließend, da die industriellen Methoden der Verarbeitung oftmals synonym für eine industrielle Bauweise verwendet werden. Es gestaltet sich vor allem die Tatsache der automatisierten Verarbeitung auf der Baustelle abwicklungstechnisch als schwierig und in vielen

⁸²⁰ Vgl. SCHICKHOFER, G.: Holzbau – der Roh- und Werkstoff Holz. S. A.1/2

⁸²¹ Vgl. <https://www.holzbau-schweiz.ch/de/bauen-mit-holz/handwerk-berufsbild/geschichte/>. Datum des Zugriffs: 23. Oktober 2017

⁸²² Vgl. WERNER, G.; ZIMMER, K.: Holzbau 1 – Grundlagen. S. 5

Fällen nicht ausreichend ausgereift, um auch tatsächlich von einer industriellen Bauweise sprechen zu können. Die stetige Weiterentwicklung der maschinellen Technologien sowie der zumeist computerbasierten Verarbeitungsmethoden prägen den Industriellen Holzbau von heute dennoch wesentlich.⁸²³

Allerdings ist an dieser Stelle festzuhalten, dass der Industrielle Holzbau noch einer starken Entwicklung unterworfen ist. Industrielles Bauen wird als spezialisiertes, rationelles, durch optimierte und industrialisierte Produktions- und Bauprozesse geprägtes kosteneffizientes Bauen mit hoher Präzision durch Automation in den Arbeitsabläufen verstanden. Bis dato sind lediglich erste Ansätze in der Implementierung der Grundsätze des Industriellen Bauens auf der Baustelle erfolgt (Vgl. Kap. 3.1.2.1). Die Entwicklungen, vor allem in Bezug auf maschinelle Technologien in der Fertigung sowie der Integration von Maschinen auf der Baustelle stellt für den Industriellen Holzbau in den nächsten Jahren eine große Herausforderung dar, da es vor allem aufgrund der zurückgehenden Verfügbarkeit von ausgebildeten Fachkräften im Holzbau notwendig wird, die Möglichkeiten automatisierter Prozesse in den Bauablauf zu integrieren.⁸²⁴ Das Industrielle Bauen ist zurzeit auf die off-site Produktion im Werk beschränkt und ist auf der Baustelle unabhängig vom Baustoff bzw. Bausystem kaum anzutreffen.

4.1.1.4 Holzsystembau

Das Bauen mit System bzw. im Gegensatz dazu die Errichtung von Bauwerken unter Zuhilfenahme von Systembauweisen weist eindeutige Unterschiede auf. Es umfasst demnach Prinzipien, welche es erlauben, nach einem zuvor festgelegten Schema zu handeln und Bauwerke demgemäß umzusetzen (Vgl. Kap. 3.3.1). Systembauweisen erheben allerdings den Anspruch, unter Berücksichtigung von industriellen Methoden einzelne zumeist standardisierte Bauteile vorzufertigen und sie gemäß der im Rahmen der Entwicklung des Bausystems festgelegten modularen Systems zu kombinieren.⁸²⁵

Der Begriff Holzsystembau stellt somit die Anwendung der allgemeinen Prinzipien des Systembaus (Vgl. Kap. 3.3.1) mit dem Baustoff Holz dar und bildet die Ausgangsbasis für die weitere Betrachtung. Dabei gilt es eine Form der zentralisierten, von der Baustelle unabhängigen Fertigung

⁸²³ Vgl. LENNARTSON, M.; BJÖRNFOT, A.: Step by Step Modularity – A Roadmap for Building Service Development. In: Development Lean Construction Journal, S. 3 ff

⁸²⁴ Vgl. RHOMBERG, H.: Bauen 4.0 – Vom Ego- zum Lego-Prinzip. S. 1 ff

⁸²⁵ Vgl. WEHRLE, T.: Roboterfertigung: Industrie 4.0 im Holzsystembau. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. S. 3 ff

eines Bauwerks oder einzelner Bauteile bzw. -elemente mittels standardisierter Prozesse umzusetzen.

Der Begriff Holzsystembau beinhaltet somit nicht ein bestimmtes Bausystem, sondern ist durch die Vorfertigung einzelner standardisierter Bauteile gekennzeichnet.⁸²⁶

4.1.1.5 Fertighaus

Den Grundprinzipien des Systembaus folgend wird die Anwendung selbiger bei Einfamilienhäusern des Öfteren in Zusammenhang mit dem Begriff Fertighaus verstanden.

Das Fertighaus ist dabei ein aus vorgefertigten Bauteilen zusammengesetztes oftmals schlüsselfertig erstelltes Haus.⁸²⁷ Dabei werden die einzelnen Bauteile in einer Produktion größtmöglich vorgefertigt und auf der Baustelle lediglich montiert.

In Österreich ist das Fertighaus in der ÖNORM B 2310⁸²⁸ wie folgt definiert: *„[...] auf vorbereitetem Unterbau errichtetes Bauwerk aus vorgefertigten, geschoßhohen Wandelementen, Raumzellen sowie aus vorgefertigten Decken- und Dachelementen, die in Produktionsstätten witterungsunabhängig hergestellt, auf die Baustelle transportiert und dort zusammengebaut werden. Abweichend davon können Dachkonstruktionen einschließlich ihrer Deckenkonstruktionen aufgrund besonderer Bauwerksgestaltung ohne Vorfertigung sein.“*⁸²⁹

Das Fertighaus stellt somit eine Weiterentwicklung des traditionellen Holzbaus hin zum Industriellen Holzbau dar, wobei diese wesentlich vom technischen und maschinellen Entwicklungsprozess geprägt wurde, welcher zumeist durch automatisierte, computerbasierte Verarbeitungsmethoden und -technologien sowie Planungsinstrumente beeinflusst wird.⁸³⁰ Diese Form der Fertigung wird auch als Computer Aided Manufacturing (CAM) bezeichnet, welches die CAD-Daten aufgrund der computerunterstützten Automatisierungsmöglichkeit direkt zur Herstellung von Bauteilen udgl. in den rechnergesteuerten Herstellungsprozessen berücksichtigt.⁸³¹

⁸²⁶ Vgl. BRÜHWILER, I.: Systeme im Holzbau – Systematik, Einordnung, Ausführung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. S. 5

⁸²⁷ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/10271/fertighaus-v6.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸²⁸ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang. S. 1 ff

⁸²⁹ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang. S. 3

⁸³⁰ Vgl. HESSELBACH, J. et al.: Ökologische Herstellung von Holzhäusern durch Entwicklung und Umsetzung automatisierter und fertigungsoptimierter Produktionsprozesse. Forschungsbericht – Schlussbericht Teilvorhaben 2 Verbundprojekt Innovativer Holzsystembau durch optimierte Fertigungs- und integrierte Planungsmethoden. S. 27

⁸³¹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 227 ff

Das Fertighaus findet vor allem im Ein- und Zweifamilienwohnbau Anwendung, da in diesem Bereich die bautechnischen Anforderungen betreffend Schall- und Brandschutz aufgrund der Bauwerkskategorie wenig variieren und entsprechend gering sind. Demgemäß konnte sich in den vergangenen Jahrzehnten eine gesamte Branche entwickeln – die Fertighausindustrie, repräsentiert durch den Fertighausverband⁸³². In dieser wird durch produzierende Industrieunternehmen das *Haus von der Stange* einerseits hergestellt, und andererseits auch in unterschiedlichen Ausbaugraden (Vgl. Kap. 4.4.1) an Ort und Stelle errichtet. Gemäß den Tabellen 1, 2 und 3 der ÖNORM B 2310 weist das Fertighaus in Österreich drei unterschiedliche Ausbaugrade in Form von Mindestleistungsumfängen auf, welche vom Ausbauhaus (Stufe 1), über das belagsfertige Haus (Stufe 2) bis hin zur Montage des schlüsselfertigen Hauses (Stufe 3) reicht.⁸³³

Wesentlich in diesem Zusammenhang ist die Definition gemäß ÖNORM B 2310, in welcher Gebäude, welche keine geschoßhohen, allerdings vorgefertigte Bauelemente beinhalten, nicht als Fertighaus im Sinne der ÖNORM einzustufen sind.⁸³⁴

Die stetige Weiterentwicklung des Fertighauses, sowohl auf technischer Ebene als auch in automatisierungsspezifischen Gegebenheiten beruht auf einer ganzheitlichen Fertigungsstrategie, welche durch einen hohen Automatisierungsgrad innerhalb des Produktionsablaufs auf einem hohen Qualitätsniveau und dennoch kundenindividuell geprägt ist. Diese abgewandelte Form der Mass Customization (Vgl. 3.1.2.3) mit hoher Prozessgenauigkeit erlaubt den herstellenden Unternehmen mit wenigen individuell gestaltbaren Elementen und Komponenten das Automatisierungspotenzial zu nutzen und die technischen Gesichtspunkten – ähnlich wie in der Automobilindustrie – vom Kunden weg hin zur Fertigung zu drängen. Die dabei auftretenden Ausstattungsstandards dienen zwar als Entscheidungsgrundlage für den Kunden, werden jedoch im Zuge der Fertigung lediglich in einigen wenigen Spezifika an die jeweiligen Wünsche angepasst, was einen Systembau erlaubt, der mit einer geringen Anzahl an Bauteilkomponenten einen große Variabilität in den Endprodukten zulässt.⁸³⁵

⁸³² Vgl. <http://www.fertighaus.org/>. Datum des Zugriffs: 14.April.2018

⁸³³ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang. S. 5 ff

⁸³⁴ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang. S. 3

⁸³⁵ Vgl. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HOLZFORSCHUNG E.V. -DGFH-, M.: Innovativer Holzsystembau: Ergebnisse des Verbundvorhabens Rationalisierungspotential im Holzbau – Planung, Fertigung, Auf- und Ausbau. Forschungsbericht. S. 18, ff, 28

4.1.2 Geschichtliche Entwicklung des Holzsystembaus

Der Werkstoff Holz wird seit Jahrtausenden im Bauwesen eingesetzt. Dabei erkannte der Mensch bereits frühzeitig, dass die Vorteile eines vorgefertigten Teiles auch Vorteile in der Zusammensetzung bieten können. Im Jahr 1494 griff *Leonardo da Vinci* diese Vorteile auf und entwickelte erstmals das Konzept seiner *casa mutabile* (veränderbares Haus)⁸³⁶, also eine Art transportables Gartenhaus. Dieses bestand aus flächigen Holztafeln, welche mittels Scharnieren verbunden zum wiederholten Auf- und Abbau geeignet war.⁸³⁷ Da Vinci konzipierte ebenso Pläne für französische Städte, welche nach den Merkmalen der Modularisierung in ihrem Aufbau und Typus folgten. Zuvor wurden bereits im 12. Jahrhundert in Japan einzelne Häuser aus Holz vorgefertigt, wobei die zerlegbaren Bauteile aufgrund ihrer Größe mittels Handbarren transportiert werden konnten.⁸³⁸

Der klassische Fachwerksbau, welcher vor allem im 12. Jahrhundert im deutschsprachigen Raum weitläufige Verbreitung fand, kann als Geburtsstunde des Fertighauses bezeichnet werden. Damals wurde die tragende Konstruktion in den Werkstätten der Handwerksbetriebe entsprechend den Untergrundverhältnissen bzw. Fundamenten vorab zugeschnitten und als Bauteil in Form von Halb-Fertigteilen zur Baustelle transportiert. Die meist sehr konstruktionsähnlichen Bauwerke erlebten ihre Blütezeit im 16. Jahrhundert.⁸³⁹ Rund 100 Jahre später wurden in England erstmals Holzhäuser aus vorgefertigten Holzelementen errichtet, welche auf der Baustelle lediglich montiert wurden.⁸⁴⁰

Im 17. Jahrhundert errichteten englische Seefahrer zum ersten Mal ganze Häuser aus vorgefertigten Holztafelbauteilen. Der Einsatz vorgefertigter Holzbauteile wurde im Zuge der Besiedelung Nordamerikas großflächig umgesetzt und damit eine rasche Möglichkeit zur Wohnraumschaffung forciert (Vgl. Kap.3.1.1). Anfangs wurden hauptsächlich Blockbauten errichtet, welche jedoch mit der Entwicklung vereinheitlichter Holzständer und Rahmen durch *George Snow* samt nachträglicher Beplankung rasch abgelöst wurden. Dieses System wurde unter dem Namen *balloon frame system* von Chicago aus über die gesamte USA hinweg bekannt.⁸⁴¹ Im Laufe der Zeit wurden ganze Häuserteile seriell vorgefertigt, welche auch von handwerklich nicht versierten Personen zusammengesetzt werden konnten. Durch den in den USA einsetzenden Goldrausch und die damit in Zusammenhang stehende erhebliche Einwanderungswelle in den USA erlebte diese Form der Bauweise zur Bedarfsdeckung des Wohnraumes

⁸³⁶ Vgl. WELLER, K.: Industrielles Bauen 1 – Grundlagen und Entwicklung des industriellen, energie- und rohstoffsparenden Bauens. S. 36

⁸³⁷ Vgl. LEIMER, H.-P.; REDEKER, D.; KLUSSMANN, G.: Der Holzrahmenbau – Der Holztafelbau. S. 3

⁸³⁸ Vgl. GRUNDKE, M.; WILDEMANN, H.: Modularisierung im Hausbau – Konzepte, Marktpotenziale, Wirtschaftlichkeit. S. 25

⁸³⁹ Vgl. <http://www.fachwerk.de/fachwerkhaus/entstehung.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁴⁰ Vgl. http://www.beispielhaus.de/lexikon_geschichte-des-fertighausbaus.html. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁴¹ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 59

einen neuerlichen Aufschwung. Die Möglichkeit der seriellen Fertigung konnte den Bedarf der Kolonialisierung rasch decken, was nicht nur in den USA, sondern auch in Afrika, Australien und in Südamerika der Fertigbauweise aus Holz große Zuwächse bescherte, sowohl für die Bevölkerung als auch für das Militär. Durch den erheblichen Bedarf an Lazaretten in den Kriegsgebieten, welche im Rahmen von Bürgerkriegen mit der Kolonialisierung einhergingen, wurde auch in diesem Bereich die Montagebauweise mit Holzelementen forciert, da diese rasch auf- und abgebaut sowie weiter transportiert werden konnten.^{842, 843}

Im Zuge der geschichtlichen Entwicklung taucht auch der Begriff des Fertighauses erstmals auf. Für die Entwicklung des Fertighauses, wie es z.T. bis heute bekannt ist, zeichnen auch die Weltausstellungen des ausgehenden 18. Jahrhunderts verantwortlich. Im Rahmen der Weltausstellung im Jahr 1873 in Wien wurde eines der ältesten Fertighäuser erstmals errichtet und später in die Steiermark (Veitsch) transportiert, um dort neuerlich aufgebaut und bis heute als Gasthaus genutzt zu werden. Ähnliches geschah auch mit der *Villa Blumenthal*, welche in Berlin im Stil der *Wolgaster Villa* aus Holzfertigteilen mit kanadischer Pechkiefer gebaut und zur Weltausstellung nach Chicago 1883 transportiert wurde. Nach der dortigen Nutzung kam es über Umwege zurück und wurde in Bad Ischl neuerlich als Privatwohnhaus aufgebaut, wo es bis heute steht.⁸⁴⁴ Auf der Weltausstellung im Jahr 1900 in Paris wurde das Norwegische Holzhaus erstmals präsentiert. Es wurde danach nach Wuppertal transportiert und neuerlich aufgebaut und gilt als eines der ersten Fertighäuser Deutschlands.⁸⁴⁵

Die Entwicklung von Fertigteilsystemen wurde zu diesem Zeitpunkt maßgeblich durch den deutsch-amerikanischen Architekten und Künstler *Konrad Wachsmann* vorangetrieben. Der Pionier des seriellen Bauens konzipierte seine Bausysteme vor allem mit dem Baustoff Holz und ließ sich dabei wesentlich von den jeweils zur Verfügung stehenden Fertigungsmöglichkeiten leiten.⁸⁴⁶ Im Jahr 1925 entwickelte Wachsmann ein Bausystem aus Holz, welches er auch seinem wohl berühmtesten Kunden *Albert Einstein* verkaufte.⁸⁴⁷ Der deutsche Architekt *Walter Gropius*, welcher ca. zur gleichen Zeit wie Wachsmann die Architekturepoche des Bauhauses in Deutschland begründete, gilt ebenso als Pionier moderner Ar-

⁸⁴² Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 17

⁸⁴³ Vgl. http://www.beispielhaus.de/lexikon_geschichte-des-fertighausbaus.html. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁴⁴ Vgl. <http://www.villa-blumenthal.at/>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁴⁵ Vgl. <https://www.denkmalschutz.de/denkmal/Norwegisches-Holzhaus.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁴⁶ Vgl. <http://www.wachsmannhaus.niesky.de/konrad%20wachsmann.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁴⁷ Vgl. <http://www.wohnet.at/bauen/bauvorbereitung/fertigteilhaus-geschichte-18626>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

chitektur, welche sich durch industrialisierte und normierte Bauwerke auszeichnet.⁸⁴⁸ Beide trugen maßgeblich dazu bei, dass die bisher eher als Notunterkünfte bekannten Fertighäuser Anerkennung in der Architektur fanden und somit eine erhebliche Breitenwirkung erhielten. Durch die Zusammenarbeit beider gelang es schließlich, ab dem Jahr 1949 die erste vollautomatisierte Fertigung zur Produktion einzelner Elemente für Fertighäuser zu betreiben.^{849, 850}

In Österreich konnte durch die Firmengründung von *Wenzl Hartl* im Jahr 1897 das erste Fertighausunternehmen Österreichs unter dem heute bekannten Namen *Hartl Haus* die Umsetzung von Fertigteilhäusern aus Holz vorantreiben. Im Jahr 1910 präsentierte Hartl sein vorgefertigtes Einfamilienhaus im Rahmen einer Jagdausstellung dem damaligen *Kaiser Franz Josef I* und erhielt dafür den Staatspreis sowie den Titel *Kaiserlicher Hoflieferant*.^{851, 852}

Nach dem Zweiten Weltkrieg musste durch den erheblichen Bedarf an Wohnraum der Wiederaufbau in Europa vorangetrieben werden. Hierzu trug die Fertighausindustrie, wie sie heute großteils nach wie vor besteht, maßgeblich bei. Zahlreiche Unternehmen sind noch immer existent und konnten ihre Konzepte über die Jahre hindurch erfolgreich anpassen und weiter entwickeln.⁸⁵³

Die Grundzüge des Holzsystembaus im Einfamilienhausbau werden jedoch damals wie heute maßgeblich durch den Einsatz industrieller Fertigungsmethoden in den Produktionsstätten beeinflusst. Zusätzlich zu den konstruktiven Detailgestaltungen kamen in den vergangenen Jahren vor allem die Themenbereiche der Energieeinsparung sowie der individuelleren Gestaltung der Wohnräume hinzu. Der heute hohe Ausstattungsstandard in Bezug auf technische Gebäudeausrüstung führt auch im Systembau dazu, dass vermehrt neue Systeme entwickelt bzw. herkömmliche adaptiert werden müssen.

4.1.3 Bausysteme im Holzbau

Der Holzbau ist aufgrund der Materialspezifika für zahlreiche Anwendungsbereiche des Bauwesens geeignet. Aufbauend auf die im Kap. 3.4.5 vorgestellten baustoffunabhängigen Bauweisen und deren Elementie-

⁸⁴⁸ Vgl. WACHSMANN, K.: Wendepunkte im Bauen ?. In: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home ;, 14/1960. S. X18 ff

⁸⁴⁹ Vgl. <http://www.bauhaus-movement.com/designer/walter-gropius.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁵⁰ Vgl. NERDINGER, W. et al.: Von der seriellen zur digitalen Architektur. S. 1 ff

⁸⁵¹ Vgl. <https://www.hartlhaus.at/unternehmen/ueber-uns/firmengeschichte/>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁵² Vgl. <http://www.wohnet.at/bauen/bauvorbereitung/fertigteilhaus-geschichte-18626>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

⁸⁵³ Vgl. <http://www.wohnet.at/bauen/bauvorbereitung/fertigteilhaus-geschichte-18626>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017

Grundsprinzipien zeigen sich im Holzbau einige spezielle Merkmale im Vergleich zu anderen Baustoffen. Die prinzipielle Unterscheidung in die vier grundsätzlichen Bau- und Konstruktionsarten – Skelettkonstruktion, Wandkonstruktion, Skelettwandkonstruktion und Raumzellenkonstruktion – gelten für den Holzbau in ähnlicher Form. Dennoch lassen sich diese Bauprinzipien für den Holzbau im Speziellen weiter gliedern bzw. mit gebräuchlichen Begriffen erweitern.

Im Zuge dessen sind je nach Land, Anwendungsbereich und Sprachgebrauch folgende Grundtypen bzw. Bausysteme des Holzbaus zu unterscheiden: Blockbau, Fachwerkbau, Balloon-Frame, Plattform-Frame, Rahmenbau, Skelettbau und Massivholzbau.

Die traditionellen Holzbau-Systeme des Blockbaus und Fachwerkbaus sowie die Bausysteme Balloon-Frame und Plattform-Frame, welche hauptsächlich in Nordamerika zum Einsatz gelangten und an dieser Stelle keinerlei weitere Betrachtung finden, treten heutzutage eher in den Hintergrund und werden lediglich vereinzelt als Bausystem in speziellen Anwendungsbereichen eingesetzt.⁸⁵⁴ Vor allem der Blockbau und der Fachwerkbau stellen Vertreter des konventionellen zimmermannsmäßigen Holzbaus dar.

Trotz der oftmals nicht miteinander vergleichbaren Terminologien der Bauweisen mit teils auch variierenden Bezeichnungen ähnlicher Systeme lassen sich einige Merkmale zur weiteren Klassifizierung feststellen. Dies betrifft einerseits die Tragstruktur mit linearen und flächigen Tragsystemen bzw. Tragelementen. Andererseits lassen sich die Systeme aufgrund der Verbindungstechnik in formschlüssige Holz-Holz-Verbindungen sowie metallische Verbindungen unterscheiden. Eine weitere Differenzierung kann anhand der verwendeten Holzquerschnitte erfolgen, wobei hierbei eine Gliederung in Brettquerschnitte, Vollholzquerschnitte und Additionsquerschnitte, welche durch mechanische Verbindung oder Verklebung entstanden sind, erfolgen kann. Des Weiteren ist auch die Klassifizierung gemäß dem Vorfertigungsgrad zulässig, da hierbei in die Baustellenfertigung bzw. Teilvorfertigung sowie in die je nach Ausstattungsgrad vorherrschende Vorfertigung zu gliedern ist. Letztlich kann auch das zugrunde liegende Montageprinzip mit geschosshohen Aufbauten sowie gebäudehohen Bauteilen unterschieden werden. Aufgrund zahlreicher Entwicklungen ergeben sich für die klassischen Bauweisen des Holzrahmenbaus, des Holzskelettbaus und des Holzmassivbaus sowie deren Kombination variierende und stetig wachsende Anwendungsfelder.^{855, 856}

⁸⁵⁴ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 38

⁸⁵⁵ Vgl. CHERET, P. et al.: Holzbausysteme. In: Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 4. S. 3 ff

⁸⁵⁶ Vgl. WINTER, W.; DREYER, J.; SCHÖBERL, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Grundlagenstudie Forschungsbandbericht Programmlinie Haus der Zukunft. S. 7

Mittlerweile haben sich aufgrund zahlreicher technischer Entwicklungen die folgenden drei Holzbau-Systeme in unterschiedlicher Ausprägung abhängig von der Region etabliert: Der Rahmenbau, der Skelettbau und der Massivholzbau. Die Art der Konstruktion sowie teilweise auch das äußere Erscheinungsbild dieser Bausysteme unterscheiden sich deutlich voneinander.⁸⁵⁷ Ebenso werden für die einzelnen Bauweisen auch länderspezifisch unterschiedliche Begriffe verwendet.

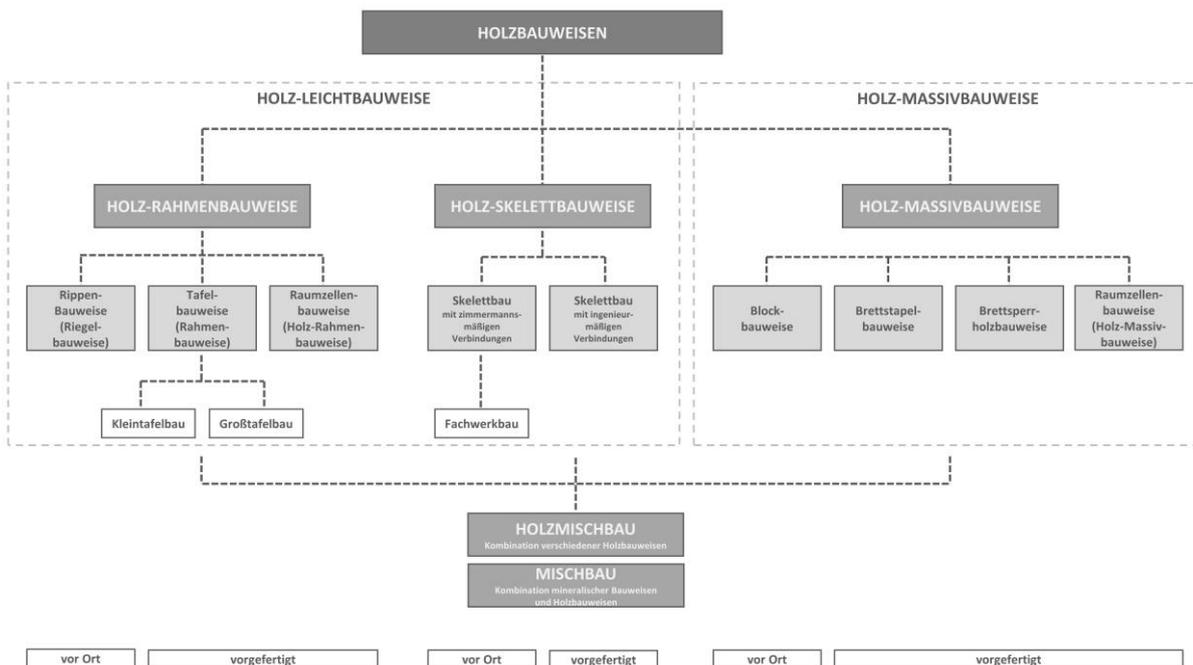


Bild 4.1 Gliederung der Holzbauweisen ⁸⁵⁸

Aufgrund des Materialeinsatzes bzw. der Art der tragenden Konstruktion ist in die Holzleichtbauweise und in die Holzmassivbauweise, unabhängig von der Art der Anwendung, zu unterscheiden. Die Unterscheidung ergibt sich aufgrund der Ausführung der tragenden Struktur sowie der Tatsache, dass im Fall der Holzmassivbauweise die tragende Ebene eindeutig von der Dämmebene getrennt wird, wohingegen bei der Holzleichtbauweise die Dämmebene in der lastabtragenden Ebene angeordnet ist. Zusätzlich unterscheidet die beiden Bauweisen auch die Menge an eingesetztem Material, welches für die Herstellung z.B. einer Wand- oder einer Deckenkonstruktion o.ä. notwendig wird. Diese beiden Bauweisen verstehen sich als Überbegriff für die unterschiedlichen Terminologien.

⁸⁵⁷ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 38

⁸⁵⁸ weiterentwickelt aus: AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 114 und SCHÖBER, K. P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Holzskelett- und Holzmassivbauweise. S. 5

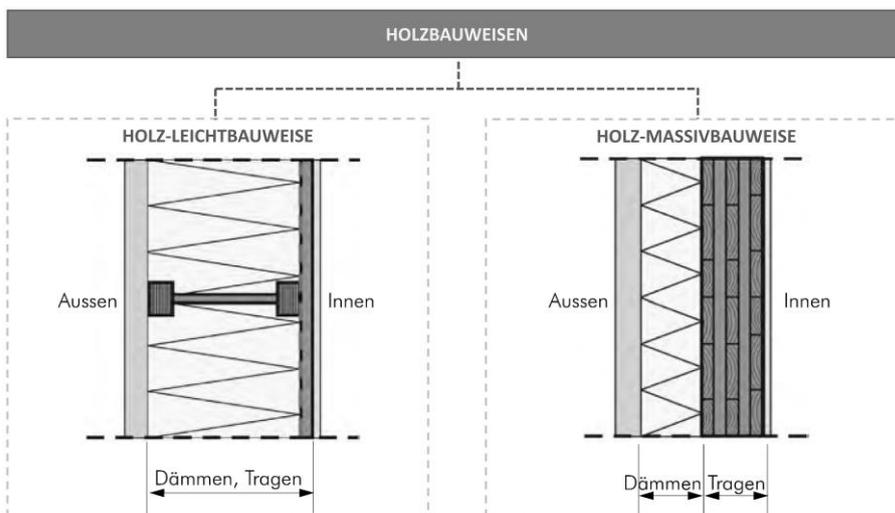


Bild 4.2 Einteilung der Holzbauweisen ⁸⁵⁹

Die Weiterentwicklung der einzelnen Holzbauweisen ergab sich vor allem durch die intensiven Forschungstätigkeiten im Bereich der Holzwerkstoffe in den vergangenen Jahrzehnten. Dies hat auch zu einem erheblichen Wandel in den Bauweisen geführt, da durch die Entwicklung moderner Klebstofftechnologien und Herstellungsprozesse Produkte geschaffen werden konnten, welche herkömmliche Holzbauweisen teils stark in den Hintergrund rücken ließen. ⁸⁶⁰

Dennoch werden in den folgenden Kapiteln die einzelnen Bauweisen, ihre Kennzeichen und charakteristischen Anwendungsbereiche erläutert.

4.1.3.1 Holzblockbau

Die Bauweise des *Holzblockbaus*, in manchen Fällen auch als Strickbau bezeichnet, welche zu den konventionellen zimmermannsmäßigen Holzbauweisen sowie zur Massivholzbauweise zu zählen ist, kann als eine der ältesten Bauweisen bezeichnet werden, wobei die Anwendung in einzelnen zumeist sehr waldreichen Regionen bis heute in weiter entwickelter Form vor allem im Wohnbau bzw. Einfamilienhausbau stattfindet. ⁸⁶¹ Im Holzblockbau werden einzelne übereinander geschichtete parallel angeordnete Holzstämmen oder Bohlen bzw. Kanthölzer zumeist aus Nadelhölzern so miteinander verbunden, als dass dadurch ein scheibenförmiges

⁸⁵⁹ weiterentwickelt aus: SCHICKHOFER, G.: Holzbau – Konstruktionen aus Holz. S. C.3/4

⁸⁶⁰ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 114

⁸⁶¹ Vgl. SCHICKHOFER, G.; BOGENSBERGER, T.; MOOSBRUGGER, T.: BSPHandbuch Holz-Massivbauweise in Brettspertholz. S. A-6

Gefüge entsteht, welches mit klassischen Wandbauweisen, wie z.B. der Stückgutbauweise mit Mauersteinen, verglichen werden kann.⁸⁶² Grundsätzlich ist zwischen dem in reiner Handarbeit hergestellten Holzblockbau mit Naturstämmen und den maschinell bearbeiteten Kantholz- oder Rundholzbalken zu unterscheiden. Vor allem bei maschinell bearbeiteten Kantholz- oder Rundholzbalken ist eine Vielzahl an Varianten der Herstellung einer Blockwand möglich, wobei die Produktpalette durch die Entwicklung von Klebtechnologien noch erweitert werden konnte. Es wird dabei in die Vollblockwand und in die zumeist mit zwischenliegender Dämmung versehene mehrschichtige Blockwand unterschieden. Beide Bauweisen werden mit einer oder mehreren Nut-Feder-Fräsungen, welche parallel zur Stammachse angeordnet sind, versehen, um durch den zusätzlichen Einbau von wind- und schlagregendichten Dichtungsbändern die dauerhafte Dichtheit der Wände zu gewährleisten.⁸⁶³ Ein Charakteristikum der Holzblockbauweise ist die form- und kraftschlüssige Verschränkung bzw. Überplattung im Eckstoß der Holzblockwände, welche sich durch den Einschnitt der beiden zumeist im 90° Winkel angeordneten Blockbohlen im Stoßbereich ergibt.⁸⁶⁴ Diese Form der Übereinanderschichtung und zugleich die Eckverschränkung der Bohlen ergibt das charakteristische Bild der Holzblockwand.⁸⁶⁵ Eine besondere Aufmerksamkeit ist bei dieser Bauweise auf das Quellen und Schwinden des Holzes zu legen, welches sich aufgrund der parallel angeordneten Stämme besonders stark zeigt. Daher sind spezielle gleitende Tür- und Fensteranschlüsse sowie einzelne Setzmaße des Gesamtgebäudes in der Konzeption zu berücksichtigen.^{866, 867} Obwohl der Holzblock zu den klassischen zimmermannsmäßigen Konstruktionen zu zählen ist, werden moderne Blockbohlen mit einem hohen Vorfertigungsgrad durch die maschinelle Bearbeitung als Halbfertigteil mit hoher Maßgenauigkeit auf die Baustelle gebracht und dort durch die vorgefrästen Verbindungspunkte passgenau zu einem Bauwerk zusammengesetzt.⁸⁶⁸ Diese Bauweise ist somit zur vor-Ort-Bauweise mit Halbfertigteilen zu zählen, wobei durchaus Weiterentwicklungen von ausführenden Unternehmen in manchen Regionen festzustellen sind, welche zusätzlich zu den tragenden Funktionen eines Blockbaus mittlerweile

⁸⁶² Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 458

⁸⁶³ Vgl. SCHOPBACH, H. et al.: Grundwissen moderner Holzbau – Praxishandbuch für den Zimmerer. S. 194

⁸⁶⁴ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 117

⁸⁶⁵ Vgl. GAMERITH, H.: Holzbau. S. 5.3-2

⁸⁶⁶ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 51

⁸⁶⁷ Vgl. DEDERICH, L.; WINTER, S.; KEHL, D.: Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer. In: Holzbau Handbuch – Reihe 0, Teil 5, Folge 1. S. 6

⁸⁶⁸ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 460

auch die Ausbaugewerke mit Bekleidungen und Unterkonstruktionen integrieren und diese bereits zu flächigen Bauteilen vorab im Werk zusammenbauen.⁸⁶⁹

4.1.3.2 Fachwerkbau

Die Zuordnung des als historisch einzustufenden traditionellen *Fachwerkbau*s ist weder zur Wand- noch zur Skelettbauweise eindeutig möglich. Die Lastabtragung im Fachwerkbau entspricht eher dem Prinzip des Skelettbau, da hierbei mittels wandähnlichen kleingegliederten Holzgefaches mit quadratischen oder rechteckigen früher manuell, heute maschinell bearbeiteten Kantholzquerschnitten aus Vollholz kraftschlüssig miteinander gefügt werden.⁸⁷⁰ Der traditionelle Fachwerkbau mit einem nach außen hin sichtbaren Fachwerk, in der Schweiz auch als Holzriegelbau bezeichnet,⁸⁷¹ fand vor allem in Deutschland für Wohngebäude, aber auch bei größeren öffentlichen Bauten Anwendung. Generell ist dabei in die historisch ältere Geschoss- oder Ständerbauweise und die zeitlich später auftretende auch weiter verbreitete Stockwerksbauweise zu unterscheiden.⁸⁷² Das Fachwerk selbst besteht dabei aus geschosshohen Wandkonstruktionen, welche in einem bestimmten Rastermaß durch die einzelnen zumeist geraden Ständer bzw. Stiele, Schwellen bzw. Rähme, Deckenbalken bzw. Bohlen sowie Diagonalen bzw. Streben ein tragendes ausgesteiftes Element bilden.^{873, 874} Die damit hergestellten Wandkonstruktionen, welche zimmermannsmäßig in klassischer Handarbeit mit Versätzen, Verzapfungen und Verplattungen miteinander verbunden wurden, erhielten durch die Ausmauerung des Holzgefaches mit Mauersteinen bzw. die Ausfüllung mit Holzgeflechten und den anschließenden Verputzen ihr charaktertypisches Aussehen.⁸⁷⁵ Dieser traditionelle und handwerklich geprägte teils mit großen bauphysikalischen und konstruktiven Nachteilen behaftete Fachwerkbau wurde durch den neuzeitlichen Fachwerkbau insofern erweitert, als durch die ingenieurmäßigen Verbindungen, einer konsequenten Bemessung der Holzquerschnitte sowie durch die Füllung der Gefache mit Wärmedämmung und dem Einbau weiterer Dämm- und Wetterschutzebenen vom ursprünglichen Fachwerk bei heutigen Bauten zumeist das äußere Erscheinungsbild stark abweicht.⁸⁷⁶

⁸⁶⁹ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 53

⁸⁷⁰ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 460

⁸⁷¹ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 54

⁸⁷² Vgl. SCHOPBACH, H. et al.: Grundwissen moderner Holzbau – Praxishandbuch für den Zimmerer. S. 198

⁸⁷³ Vgl. ZILCH, K.; DIEDERICH, C. J.; KATZENBACH, R.: Handbuch für Bauingenieure. S. 1-142

⁸⁷⁴ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 460 ff

⁸⁷⁵ Vgl. DEDERICH, L.; WINTER, S.; KEHL, D.: Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer. In: Holzbau Handbuch – Reihe 0, Teil 5, Folge 1. S. 6

⁸⁷⁶ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 461 ff

Durch den Einsatz maschineller computergesteuerter Abbundanlagen ist es heutzutage möglich, die einzubauenden Holzquerschnitte präzise und mittels zimmermannsmäßiger oder in den meisten Fällen ingenieurmäßigen Verbindungen zu einem Fachwerk zusammenzufügen.⁸⁷⁷ Der Fachwerkbau hat im heutigen Bauwesen bzw. Wohnbau keinerlei Relevanz mehr, allerdings haben Fachwerke durch ihre leichte Konstruktionsart und Durchlässigkeit für Leitungsführungen udgl. in zumeist großen Dachkonstruktionen erhebliche Vorteile im Vergleich zu Vollwandkonstruktionen.

4.1.3.3 Holzrahmenbauweise

Der Begriff *Holzrahmenbau*, oftmals auch als Holztafelbau bezeichnet, lässt sich vom amerikanischen Begriff *Timberframe* ableiten, welcher eine Bauweise mit aneinandergefügten, mittels Holzwerkstoffplatten ausgesteiften einzelnen Holzquerschnitten beschreibt. Dabei ging der Holzrahmenbau Ende des 19. Jahrhunderts aus den Bauweisen des *ballon-frame* und *platform-frame* hervor, welcher in manchen Fällen auch als Holzrippenbau bzw. Holzständerbauweise bezeichnet wird. Der in Deutschland oftmals verwendete Begriff des Holztafelbaus unterscheidet sich vom Holzrahmenbau insofern, als dass der Grad der Vorfertigung im Vergleich zum handwerklich geprägten Holzrahmenbau durch die industriellen Fertigungsmethoden wesentlich höher ist. In Österreich hat sich eher der Begriff Holzrahmenbau durchgesetzt, welcher mittlerweile einen hohen Vorfertigungsgrad aufweist.⁸⁷⁸

Der Holzrahmenbau ist durch die tragenden Rippen, oftmals auch als Ständer bezeichnet, und die beidseitige zumeist dünne Beplankung zur Aussteifung des Elementes und Reduktion der Knicklänge der vertikalen Rippen gekennzeichnet. Die dadurch entstehenden einzelnen Wandelemente, die Rahmen, sind durch diesen Aufbau in der Lage, vertikale und horizontale Lasten in der Wandebene durch die Scheibenwirkung abzutragen.⁸⁷⁹ Dabei wird der Werkstoff Holz in Form von Vollholz, Konstruktionsvollholz, Stegträgern bzw. I-Profilen und TJI-Trägern udgl. aus Holz oder in manchen statisch erforderlichen Fällen auch aus Brettschichtholz zum führenden Material für die vertikalen Ständer bzw. Rippen. Diese übernehmen die vertikale Lastabtragung ebenso wie die horizontalen Schwellen, welche auch als Fußrippen bezeichnet werden, sowie für den horizontalen Rähm, welcher auch Kopfrippe oder Kopfschwelle genannt wird. Die an die Rippen und Schwellen beidseitig angeordneten Ausstei-

⁸⁷⁷ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 55

⁸⁷⁸ Vgl. HUBWEBER, C. et al.: Holzrahmenbau. In: Informationsdienst Holz – Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 7. S. 10

⁸⁷⁹ Vgl. WINTER, W.; DREYER, J.; SCHÖBERL, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Grundlagenstudie Forschungsbandbericht Programmlinie Haus der Zukunft. S. 8

fungselemente sind abhängig von den gestalterischen, statischen, konstruktiven, bauphysikalischen und haustechnischen Anforderungen zu meist Platten aus Holzwerkstoffen, wie Spanplatten, OSB-Platten und Sperrholzplatten oder aber auch Gipsfaserplatten, welche zusätzlich auch die Funktionsschicht für den Brandschutz, sowie die Wind- und Luftdichtung und in manchen Fällen auch den Witterungsschutz übernehmen.^{880, 881} Ein wesentliches Kennzeichen für die Holzrahmenbauweise ist das Rastermaß, welches von den Formaten der eingesetzten Dämmstoffe sowie Beplankungsmaterialien abhängt und die Möglichkeit der Integration der Dämmebene in die Ebene der Tragkonstruktion, welche sowohl für den Wärme-, als auch den Schall- und Brandschutz bereits im Zuge der Vorfertigung eingebracht werden.⁸⁸² Die in der Regel geschosshohen Holzrahmenbauwände weisen dadurch schlanke Aufbauten auf, wobei durch die Integration der Dämmebene in die Tragebene eine erhöhte Aufmerksamkeit auf die bauphysikalischen Gegebenheiten gelegt werden muss, da eine exakte Abstimmung der Materialien, deren Anordnung und Verbindung sowie der Diffusionsoffenheit für eine funktionierende Konstruktion wesentlich ist. Zur Erfüllung der Schall- und Brandschutzanforderung an diese Art der Konstruktion ist durch die Variation der Materialien sowie deren Stärke große Flexibilität in der Konstruktion möglich. Allerdings ist dies neben den Themen der Schallweiterleitung und der Haustechnikintegration bereits in der Planung zu berücksichtigen.^{883, 884} Im Falle von Deckenelementen wird im Rahmen der Holzrahmenbauweise eine ähnliche Konstruktion wie bei Wandelementen eingesetzt, welche als Hohlkastenelemente bekannt sind. Diese stellen somit lediglich ein um 90° in die Horizontale gedrehtes Wandelement dar.⁸⁸⁵

Diese Form des Holzleichtbaus weist aufgrund der zumeist kleinen genormten Querschnitte bei gleichzeitig oftmals mehrere Raumlängen überspannenden geschosshohen Elementen eine hohe Wirtschaftlichkeit auf.⁸⁸⁶ Der hohe Grad an möglicher Vorfertigung hat es dieser Bauweise ermöglicht, nicht nur im Bereich des klassischen Zimmereibetriebes umfassend Fuß zu fassen, sondern eine gesamte Branche, nämlich jene der Fertighausindustrie, neu zu etablieren. Die durch die hohe Vorfertigung kurz gehaltenen Montagezeit und einfache Montierbarkeit prägt die hohe

⁸⁸⁰ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 52

⁸⁸¹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 116

⁸⁸² Vgl. HUBWEBER, C. et al.: Holzrahmenbau. In: Informationsdienst Holz – Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 7. S. 14

⁸⁸³ Vgl. GAMERITH, H.: Holzbau. S. 5.1-4

⁸⁸⁴ Vgl. SCHOPBACH, H. et al.: Grundwissen moderner Holzbau – Praxishandbuch für den Zimmerer. S. 205

⁸⁸⁵ Vgl. TEIBINGER, M.; DOLEZAL, F.; MATZINGER, I.: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau. S. 17

⁸⁸⁶ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 115

Wirtschaftlichkeit dieser Bauweise.⁸⁸⁷ Die Vorelementierung und Vorkonfektionierung und die damit entstehende große Vorfertigungstiefe variiert je nach Unternehmen.⁸⁸⁸ Mittlerweile, und an dieser Stelle ist vor allem die Fertighausindustrie federführend, werden in die tragenden gedämmten Elemente bereits sämtliche Ausbauelemente bis hin zu fertigen Oberflächen außen in Form der Fassade und innen durch die innerste Beplankungsebene hergestellt.⁸⁸⁹ Dieser Grad hängt jedoch wesentlich vom Kundenwunsch bzw. von den Transport- und Baustellenbedingungen ab, da es in manchen Fällen durchaus sinnvoll erscheint, nicht alle Leistungen des Ausbaus bereits im Werk zu erbringen.

Die nachfolgende Tabelle fasst die Merkmale sowie die Vor- und Nachteile der Holzrahmenbauweise zusammen:

Tabelle 4.1 Merkmale sowie Vor- und Nachteile des Holzrahmenbaus ⁸⁹⁰

Merkmale	Vorteile	Nachteile
einfache Bauweise mit großer Gestaltungsfreiheit und mit sich wiederholenden Details	Gestaltungsfreiheit des Innenraumes mit variablen Größen von Öffnungen für Fenster und Türen	schlanke und leichte Wände erfordern oftmals zusätzliche Sicherungsvorkehrungen gegen Abheben in Folge Windbeanspruchung
Traggerippe aus schlanken, standardisierten Querschnitten	günstige Herstellungskosten durch Modulsystem	Beachtung der Fugenausbildung im Wand-Decke-Wand Bereich bei geschoßweiser Ausführung
Konstruktion beidseitig bekleidet, dadurch Gebäudeaussteifung ohne zusätzliche Beplankung möglich	Wandstärken können an unterschiedliche bauphysikalische Anforderungen leicht angepasst werden	geringe Maßtoleranz in der Fertigung und auf der Baustelle
geschossweiser Aufbau mit kurzer Bauzeit	Installationen können in der Tragebene ohne Platzverlust durch Installationsebenen geführt werden	Aufgrund der Transportabmessungen großes Hebewerk auf der Baustelle erforderlich
Verbindungen mit Kontaktstößen durch mechanische Verbindungsmittel	standardisierte Lösungen bei Herstellern und Planern vorhanden und etabliert	Zerlegbarkeit problematisch im Falle des Abbruches
Rastermaß – vorzugsweise 625 mm	kurze Bauzeit durch hohen Vorfertigungsgrad	Einsatz zahlreicher Folien- und Abdichtungssysteme (Diffusionsperme und -bremse), welche im Zuge der Fertigung und des Endausbaus leicht beschädigt werden können
unterschiedliche Fertigungstiefe möglich	trockene Bauweise im Vergleich zur mineralischen Bauweise	Ausbildung der Scheibenwirkung / Aussteifung aufwändig aufgrund der Feingliedrigkeit

⁸⁸⁷ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 470

⁸⁸⁸ Vgl. HUBWEBER, C. et al.: Holzrahmenbau. In: Informationsdienst Holz – Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 7. S. 17

⁸⁸⁹ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 116

⁸⁹⁰ weiterentwickelt aus: SCHOBER, K. P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Holzskelett- und Holzmassivbauweise. S. 5 ff und KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 64

Im Holzrahmenbau bzw. Holztafelbau ist generell zwischen Kleintafeln und Großtafeln zu unterscheiden, wobei Kleintafeln auf das Rastermaß der Fenster angepasst werden und Großtafeln ganze Häuserwände bzw. Räume umfassen und dabei eine geringere Anzahl an Stoßfugen aufweisen. Die Größe der Elemente wird vor allem durch die Baustellenbedingungen, die Hebemöglichkeiten sowie den Randbedingungen des Transportes vorgegeben.^{891, 892} Dies gilt es nicht nur im Falle von Wandelementen, sondern in den letzten Jahren vor allem auch bei Decken- und Dachelementen, welche mittlerweile einen hohen Vorfertigungsgrad aufweisen, zu berücksichtigen.⁸⁹³

4.1.3.4 Holzskelettbauweise

Die Holzskelettbauweise, welche in den zimmermannsmäßigen bzw. historischen und den ingenieurmäßigen Holzskelettbau zu unterscheiden ist, zeichnet sich durch ein offenes stabförmiges System aus, das durch ein Tragskelett mit vertikalen Stützen und horizontalen Trägern gebildet wird. Die lastabtragenden Konstruktionselemente sind dabei entsprechend einem Großraster aufgeteilt, wohingegen die raumabschließenden, zumeist nicht tragenden Elemente auch die Aussteifung übernehmen. Damit ist die Tragkonstruktion funktionell vom Ausbau getrennt.^{894, 895} Diese kann jedoch auch durch diagonal angeordnete Bauteile, welche zumeist in Form von Zugseilen, aber auch Druckstangen ausgebildet sind, ausgesteift werden.⁸⁹⁶ Die in großen Rasterabständen angeordneten Stützen können entweder geschosshoch sein, oder über mehrere Geschosse durchlaufen. Die Lastabtragung erfolgt faserparallel, womit hohe Lasten mit geringen Vertikalverformungen übertragen werden können.⁸⁹⁷ Durch den Umstand, dass die Aussteifung von lediglich einer geringen Anzahl an Wandelementen bzw. zusätzlichen Diagonalen übernommen werden muss, ergibt sich im Holzskelettbau die Möglichkeit, diese Flächen mit nichttragenden Füllelementen mit bspw. hohem Dämmstoffanteil oder aber auch Glaselementen zu schließen. Daraus entsteht der Vorteil, dass die Posi-

⁸⁹¹ AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 116

⁸⁹² Vgl. SCHOPBACH, H. et al.: Grundwissen moderner Holzbau – Praxishandbuch für den Zimmerer. S. 207

⁸⁹³ Vgl. WINTER, W.; DREYER, J.; SCHÖBERL, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Grundlagenstudie Forschungsbandbericht Programmlinie Haus der Zukunft. S. 8

⁸⁹⁴ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 476

⁸⁹⁵ Vgl. GAMERITH, H.: Holzbau. S. 5.2-1

⁸⁹⁶ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 11

⁸⁹⁷ Vgl. WINTER, W.; DREYER, J.; SCHÖBERL, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Grundlagenstudie Forschungsbandbericht Programmlinie Haus der Zukunft. S. 9

tion bzw. Achsen der tragenden Stützen nicht mit jenen der nichttragenden Wände übereinstimmen müssen.^{898, 899} Dies erlaubt eine variable offene Grundrissgestaltung, welche sowohl im Wohnbau, aber vor allem im Büro- und Gewerbebau für unterschiedliche, sich im Laufe der Zeit ändernde, Nutzungsszenarien von Vorteil ist. Die Holzskelettbauweise wird vor allem in jenen Fällen angewandt, bei denen die Öffnungen in den Wänden aufgrund der Fensteranordnung nach außen oder bei flexibler offener Grundrissgestaltung so groß werden, dass die Anteile von scheibenförmigen Wänden, welche zur Lastabtragung herangezogen werden können, zu gering für die Aussteifung wird.⁹⁰⁰ Damit werden die Lasten in konzentrierten Bereichen durch die Träger und Stützen abgetragen. In der Skelettbauweise kommen oftmals auch einzelne Holzrahmenbauwände zum Einsatz.⁹⁰¹ Durch die stetige Zunahme des Holzbauanteiles auch im mehrgeschossigen Bauen erfährt auch der Holzskelettbau durch seine Klarheit der Konstruktion wiederum an Bedeutung. Der moderne Holzskelettbau, welcher mit maschinell hergestellten, zumeist verklebten Bauteilen wie Brettschichtholz hergestellt und mittels ingenieurmäßiger meist hochbelasteter Verbindungen gefügt wird, erlaubt ein Bausystem, welches mit größeren Spannweiten und wenigen Innenstützen individuelle großzügige und veränderbare Grundrisse zulässt.^{902, 903} Der Holzskelettbau weist aufgrund seiner ingenieurmäßigen Ausprägung zumeist einen hohen Vorfertigungsgrad auf, welcher vergleichbar mit jenem des Stahlbaus ist. Die in manchen Fällen innen ablesbare nicht bekleidete Konstruktion charakterisiert den Holzskelettbau wesentlich. Vor allem die einzelnen Verbindungspunkte und einzubauenden Stahlteile werden mittels moderner Abbundanlagen großteils im Werk vorgefertigt und stellen einen wesentlichen Bereich des heutigen Ingenieurholzbaus dar.⁹⁰⁴

Die nachfolgende Tabelle fasst die Merkmale sowie die Vor- und Nachteile der Holzskelettbauweise zusammen:

⁸⁹⁸ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 117

⁸⁹⁹ Vgl. STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. S. 61

⁹⁰⁰ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 476

⁹⁰¹ Vgl. WINTER, W.; DREYER, J.; SCHÖBERL, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Grundlagenstudie Forschungsabendbericht Programmlinie Haus der Zukunft. S. 8

⁹⁰² Vgl. SCHOBER, K. P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Holzskelett- und Holzmassivbauweise. S. 7 ff

⁹⁰³ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 87

⁹⁰⁴ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 117

Tabelle 4.2 Merkmale sowie Vor- und Nachteile der Holzskelettbauweise ⁹⁰⁵

Merkmale	Vorteile	Nachteile
große Gestaltungsfreiheit	große Gestaltungsfreiheit durch eine variable Raster- und Modulanordnung	hohe Anzahl an Fugen erfordert besondere Aufmerksamkeit in der Fugenausbildung
variable Grundrissgestaltung	veränderbare Grundrissgestaltung durch leicht versetzbare Wände und damit variable Nutzungsanpassung	zahlreiche aufwendige, zumeist komplexe Knotenpunkte
Tragskelett und raumabschließende Wände sind voneinander unabhängig	beliebige Erweiterbarkeit	lediglich in Kombination mit anderen Bauweisen realisierbar aufgrund fehlender Raumschließung (bspw. Holzrahmenbauwänden)
Maßeinteilung gemäß des Rasters und der Module	Lastübertragung durch die Stützen ermöglicht Punktfundamente mit geringerem Aushub und Anzahl an Fundamenten	im Brandfall Beanspruchung der freistehenden Tragstruktur von allen Seiten, was größer dimensionierte Querschnitte erfordert
Holzskelett innen oder außen ablesbar oder auch beidseitig verdeckt	offene Tragstruktur ermöglicht den Einsatz von großen transparenten Flächen	längere witterungsabhängige Bauzeit als beim Holzrahmenbau
hohe Fertigungstiefe bei Wand-, Decken- und Dachelementen möglich	anpassbarer Vorfertigungsgrad	unterschiedliches Schwind- und Quellverhalten einzelner Bauteile

Im Rahmen der Planung eines Holzskelettbaus ist eine besondere Aufmerksamkeit auf die große Anzahl an Fugen in der Konstruktion vor allem in Bezug auf den Brand-, Wärme, Feuchte- und Schallschutz zu legen, um bauphysikalische Schwachstellen zu vermeiden. Die Detailausbildung zur Berücksichtigung all dieser Anforderungen wird dabei großteils bereits im Werk zur Erhöhung der Ausführungsqualität im Rahmen der Vorfertigung vorgenommen.⁹⁰⁶

4.1.3.5 Holzmassivbauweise

Die Holzmassivbauweise, auch als Massivholzbauweise bezeichnet, ist im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass die horizontale und/oder vertikale Lastabtragung über ein massives, hohlraumloses zumeist großformatiges flächiges Holzbauteil erfolgt.⁹⁰⁷ Die Lastabtragung erfolgt dabei über die Scheibenwirkung der eingebauten Wand- und Deckenflächen. Diese Bauweise unterscheidet sich von der Holzrahmenbauweise auch

⁹⁰⁵ weiterentwickelt aus: SCHOBER, K. P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Holzskelett- und Holzmassivbauweise. S. 5 ff und KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 64

⁹⁰⁶ Vgl. SCHOBER, K. P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Holzskelett- und Holzmassivbauweise. S. 7 ff

⁹⁰⁷ Vgl. WINTER, W.; DREYER, J.; SCHÖBERL, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Grundlagenstudie Forschungsbandbericht Programmlinie Haus der Zukunft. S. 10

durch die eindeutige Trennung der Tragebene von der Dämmebene.⁹⁰⁸ Dies gilt sowohl für die bereits erläuterte Holzblockbauweise, wie auch für die an dieser Stelle beschriebene Holzmassivbauweise mit Brettstapelelementen und Brettsperrholzelementen, welche ähnlich wie beim Holzrahmenbau, mit großformatigen Elementen flächige, zumeist raumhohe Bauteile bzw. Deckenbauteile in Raumbreite und darüber hinausgehende Elemente einsetzt.⁹⁰⁹

Durch die Trennung der Tragebene und der Dämmebene entsteht einerseits eine wesentlich größere Wandstärke als bspw. im Holzrahmenbau, andererseits besteht aber durch die Masse des eingebauten Holzes ein ausgeglichener Feuchtehaushalt mit feuchtigkeitsregulierender Wirkung im Bauteil, welcher zusätzlich ein wesentlich größeres Wärmespeichervermögen aufweist.⁹¹⁰

Zugleich ist das Thema des Brandschutzes aufgrund der großen Masse ein deutlich geringes Problem, da Holz zwar grundsätzlich ein brennbarer Baustoff ist, aber eine vorgegebene, mehr oder weniger konstant gleichbleibende Abbrandrate aufweist und damit kontrollierbar bleibt. Dies zeigt sich durch die an ein Bauteil zur Erfüllung der Brandschutzvorgaben gestellten Anforderungen mit einer Vergrößerung der Querschnitte im Zuge der Brandbemessung. Zusätzlich stellt der Holzmassivbau durch seine durchlaufenden großflächigen massiven Holzbauteile wenig Potenzial zur Brandweiterleitung innerhalb des Bauteiles dar.⁹¹¹

Als wesentliche Vorteile von Holzmassivbauteilen vor allem bei Decken im Vergleich zu balkenförmigen Konstruktionen sind die geringere Deckenstärke zu nennen, ebenso wie die statische Wirksamkeit als flächiger Bauteil, die einfachere und raschere Montierbarkeit sowie die häufig als Sichtbauteil belassenen Oberflächenqualitäten.^{912, 913}

In weiterer Folge werden die beiden meist verwendeten Bausysteme der Holzmassivbauweise näher beschrieben.

⁹⁰⁸ Vgl. SCHICKHOFER, G.; BOGENBERGER, T.; MOOSBRUGGER, T.: BSPHandbuch Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. A-6

⁹⁰⁹ Vgl. WINTER, W.; DREYER, J.; SCHÖBERL, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Grundlagenstudie Forschungsbendbericht Programmlinie Haus der Zukunft. S. 10

⁹¹⁰ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 118

⁹¹¹ Vgl. WABL, A.: Brandschutz im mehrgeschossigen Holz-Massivbau. S. 1 ff

⁹¹² Vgl. TEIBINGER, M.; DOLEZAL, F.; MATZINGER, I.: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau. S. 19

⁹¹³ Vgl. SCHOPBACH, H. et al.: Grundwissen moderner Holzbau – Praxishandbuch für den Zimmerer. S. 211

Brettstapelelemente

Diese Form der Holzmassivbauweise besteht im Wesentlichen aus mehrlagig parallel angeordneten, miteinander mittels stiftförmiger Verbindungsmittel aus Nägeln oder Hartholzdübeln verbundener oder verklebter Bretter oder Bohlen aus Vollholz, den Lamellen, welchen großvolumige relativ schmale, aber oftmals lange Bauteile ergeben.^{914, 915} Die Länge der einzelnen Bauteile ergibt sich aus der Geometrie des Gebäudes und kann durch die Keilzinkung der einzelnen Brettlamellen zu einer Endloslamelle und anschließenden Kappung dieser auf die gewünschte Bauteillänge erreicht werden.^{916, 917} Im Wesentlichen ist die Brettstapelbauweise in den meisten Anwendungsbereichen auch als ein um 90° gedrehtes Brett-schichtholzbauteil (BSH-Bauteil) anzusehen, bei welchem die Brettlamellen nebeneinander faserparallel angeordnet sind. Damit entsteht eine einachsige Tragwirkung, bei welcher die Scheibenwirkung mittels kraftschlüssiger Verbindung in den Stößen in Form einer Falzausbildung erfolgt.⁹¹⁸

Der Hauptanwendungsbereich von Brettstapelelementen liegt vor allem im Bereich von Decken- und Dachelementen, eher selten im Wandbereich. Dennoch lassen sich auch hierbei hohe Vertikallasten abtragen, da durch den massiven Holzbauteil und die Stapelung der Brettlamellen ein Ausknicken aus der Wandebene verhindert wird. Zur horizontalen Lastabtragung sind bei Brettstapelwänden aufgrund der geringen Steifigkeit der Elemente zusätzlich aufgebrachte aussteifende Schichten aufzubringen.^{919, 920}

Die vertikale Anordnung der Brettlamellen innerhalb eines Brettstapelelementes, in diesem Fall einer Decke, hat zur Folge, dass das Quellen und Schwinden, welches rechtwinkelig zur Faser am größten ist, grundlegende Auswirkung auf die Konstruktion sowie die Bautoleranzen hat. Die Verteilung dieser Verformung erfolgt durch eine Aufteilung auf die zahlreichen parallel entstehenden Fugen, was auch in der kraftschlüssigen Verbindung der einzelnen Elemente zu berücksichtigen ist.⁹²¹

⁹¹⁴ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 51

⁹¹⁵ Vgl. SCHICKHOFER, G.: Holzbau – Nachweisführungen für Konstruktionen aus Holz. S. B.3/26

⁹¹⁶ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. S. 472

⁹¹⁷ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 118

⁹¹⁸ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 57

⁹¹⁹ Vgl. TEIBINGER, M.; DOLEZAL, F.; MATZINGER, I.: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau. S. 19

⁹²⁰ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 51

⁹²¹ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 118

Allerdings stellt diese Form des Holzmassivbaus in Kombination mit dem Holzrahmenbau oder Holzskelettbau eine bewährte Möglichkeit zur Realisierung vor allem mehrgeschossiger Bauwerke mit hohen bauphysikalischen Anforderungen, wie bspw. im Wohn- und Bürobau dar.⁹²²

Brettsperrholzelemente

Die in den vergangenen 25 Jahren vorangetriebene Entwicklung des Produktes *Brettsperrholz (BSP)*, auch als *X-Lam* oder im englischsprachigen Raum als *Cross Laminated Timber (CLT)* bekannt, ist als Erfolgsgeschichte und Meilenstein des modernen Holzbaus zu verstehen und markiert einen Wendepunkt im modernen Holzbau.^{923, 924}

Unter dem Begriff Brettsperrholz ist ein aus mehreren, zumindest jedoch drei Schichten bestehendes flächiges, verklebtes Produkt zu verstehen, welches aus in einem Winkel, jedoch zumeist rechtwinkelig, zueinander angeordneten Brettlamellen besteht und einen Querschnittsaufbau aufweist, welcher zur Mittelebene bzw. Mittelachse symmetrisch ist. Dies trifft sowohl auf die Orientierung der Lamellen, deren Dicke sowie Festigkeitsklassen der einzelnen Schichten zu.^{925, 926} Brettsperrholzelemente werden aus zumeist sägerauen maschinell festigkeitssortierten Brettern aus Nadelschnittholz, welche vorwiegend aus der Stammrandzone, der Seitenware, entstammen, hergestellt. Sie bestehen im Wesentlichen aus mehreren zumeist ungeraden Anzahl an Einschichtplatten, welche aus parallel angeordneten mittels Keilzinkung hergestellter Endloslamellen verbunden werden, wobei die Seitenverklebung der Lamellen untereinander konstruktiv nicht zwingend ist, jedoch zur Erreichung erhöhter Anforderungen in Bezug auf Winddichtheit, Schallschutz und vor allem optischen Ansprüchen durchaus erforderlich werden kann.^{927, 928} Durch die flächige Verklebung der einzelnen Schichten entsteht ein quasi-starrer Verbund, welcher die statisch-konstruktive Wirkung des so hergestellten ebenen Gesamtelementes bewirkt.⁹²⁹

Bei hoher statischer Beanspruchung von Wand- und Deckenbauteilen in Form von Scheiben- bzw. Plattenbeanspruchungen können die einzelnen

⁹²² Vgl. ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 52

⁹²³ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 54

⁹²⁴ Vgl. MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. In: Holzbau Handbuch – Reihe 4, Teil 6, Folge 1. S. 4 ff

⁹²⁵ Vgl. SCHICKHOFER, G.: Holzbau – der Roh- und Werkstoff Holz. S. A.6/134

⁹²⁶ Vgl. WALLNER-NOVAK, M.; KOPPELHUBER, J.; POCK, K.: Brettsperrholz Bemessung – Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. S. 8 ff

⁹²⁷ Vgl. SCHICKHOFER, G.; BOGENBERGER, T.; MOOSBRUGGER, T.: BSPHandbuch Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. C-1 ff

⁹²⁸ Vgl. WALLNER-NOVAK, M.; KOPPELHUBER, J.; POCK, K.: Brettsperrholz Bemessung – Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. S. 8 ff

⁹²⁹ Vgl. SCHICKHOFER, G.; BOGENBERGER, T.; MOOSBRUGGER, T.: BSPHandbuch Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. C-15 ff

Lamellen zur Erreichung erhöhter mechanischer Eigenschaften entsprechend den geltenden Festigkeits- und Sortierklassen gezielt im Querschnittsaufbau berücksichtigt werden. Die unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten der Längs- und Querlagen erlauben eine Vielzahl an Plattenaufbauten und Stärken, welche gegenwärtig auch durch zahlreiche Hersteller am Markt verfügbar sind.⁹³⁰ Durch den geschichteten Aufbau mit um 90° gedrehten Lamellen lässt sich das für den Werkstoff Holz charakteristische Quell- und Schwindverhalten weitestgehend kompensieren, was einer Homogenisierung gleich kommt.⁹³¹ In diesem Zusammenhang sind auch die Themen Brandschutz, sowie die bauphysikalischen Einflussgrößen, welche aus dem Bereich des Schall- und Wärmeschutzes sowie der Schwingungsthematik entstehen, von großer Bedeutung. Im Zuge der Planung von Bauwerken aus Brettsperrholz ist neben den statisch-konstruktiven Gesichtspunkten zusätzlich der Fokus auf diese Bereiche zu legen, da sie zum Gelingen einer Konstruktion wesentlich beitragen.⁹³²

Brettsperrholzelemente werden in ihrer Größe und Form weniger durch die Grundbedingungen der Produktion, sondern hauptsächlich durch den Transport und die Montagemöglichkeiten vor Ort beeinflusst.⁹³³ Durch die geringen Bauteildicken einzelner Elemente im Vergleich zu den Abmessungen der Hauptachsen und die hoch lastabtragende Wirkung wird Brettsperrholz für zahlreiche Anwendungsfelder im mehrgeschossigen Hochbau, wie großformatige Außen- und Innenwände, Dach- und Deckenelemente, Stiegenläufe, Balkonplatten, aber auch als Überlager, Unterzüge, Stützen und Auskragungen sowie Fahrbahnplatten im Brückenbau in teils sehr unterschiedlichen Konstruktionen eingesetzt.⁹³⁴

In Kombination mit auf der Unterseite von Deckenelementen aufgeklebten Brettschichtholzträgern lassen sich mit Brettsperrholz Rippenplattendecken realisieren, welche aufgrund der höheren Steifigkeit in einer Richtung zur Überbrückung größerer Spannweiten mit geringerer Durchbiegungs- und Schwingungsanfälligkeit eingesetzt werden können. Ebenso lassen sich durch das Aufkleben eines weiteren Brettsperrholzelementes auf der Unterseite der Brettschichtholzquerschnitte Kastenquerschnitte mit großer Steifigkeit herstellen.⁹³⁵

Durch die großformatigen Plattenelemente können sich Bauwerke aus Brettsperrholz durch die kraftschlüssige Kombination von vertikalen Wan-

⁹³⁰ Vgl. SCHICKHOFER, G.: Holzbau – der Roh- und Werkstoff Holz. S. A.6/137

⁹³¹ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 116

⁹³² Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.; DOLEZAL, F.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschosßbau – Fokus Bauphysik. S. 2 ff

⁹³³ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 54

⁹³⁴ Vgl. SCHICKHOFER, G.; BOGENBERGER, T.; MOOSBRUGGER, T.: BSPHandbuch Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. B-1 ff

⁹³⁵ Vgl. SCHICKHOFER, G.: Holzbau – der Roh- und Werkstoff Holz. S. A.6/140

delementen und horizontalen Decken- bzw. Dachelementen effizient ausgesteift werden, da sie ein dreidimensionales Tragwerk mit großer Steifigkeit bilden. Die eingesetzte Verbindungstechnik sowie die Größe und Position der Öffnungen spielt in diesem Zusammenhang eine große Rolle.^{936, 937}

Ein wesentliches Kennzeichen der Brettsperrholzbauweise stellt die außenliegende durchgängige Dämmebene dar. Dadurch lassen sich vor allem bauphysikalische Vorteile nutzen, was sich in Form einer geringen Anzahl an Wärmebrücken abzeichnet. Da Brettsperrholz aufgrund der orthogonalen als auch herstellerabhängigen (Seiten-)Verklebung der einzelnen Lamellen ein luftdichtes Produkt darstellt, ist in den meisten Fällen keine zusätzliche Anbringung einer Luftdichtheitsebene erforderlich.^{938, 939}

Die Holzmassivbauweise weist, unabhängig ob Brettstapelelemente oder Brettschichtholzelemente eingesetzt werden, zahlreiche Merkmale sowie Vor- und Nachteile auf, welche in nachfolgender Tabelle zusammengefasst sind:

⁹³⁶ Vgl. SCHICKHOFER, G.; BOGENBERGER, T.; MOOSBRUGGER, T.: BSPHandbuch Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. E-1 ff

⁹³⁷ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 118

⁹³⁸ Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.; DOLEZAL, F.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau – Fokus Bauphysik. S. 55

⁹³⁹ Vgl. SCHOPBACH, H. et al.: Grundwissen moderner Holzbau – Praxishandbuch für den Zimmerer. S. 212

Tabelle 4.3 Merkmale sowie Vor- und Nachteile der Holzmassivbauweise ⁹⁴⁰

Merkmale	Vorteile	Nachteile
Tragwerksschicht aus einer massiven, flächig wirkenden Platte	Platten- und Scheibentragung	hoher Holzverbrauch pro m ² Element
großformatige Flächenelemente oder kleinformatige Bauteile bilden das flächig wirkende Tragsystem	hohes Maß an Vorfertigung (Halbfertigteil)	Kosten des Grundproduktes Holzes im Vgl. zu mineralischen Baustoffen höher
einlagige, genagelte oder gedübelte sowie mehrlagige, quer oder kreuzweise verklebte oder gedübelte Systeme	rasche, meist einfache Montage	große Transportabmessungen und schweres Hebezeug auf Baustelle erforderlich
stockwerkweiser Aufbau, jedoch auch mit durchlaufenden Wänden und eingehängten Decken möglich	Homogenisierung der mechanischen und bauphysikalischen Eigenschaften	zurzeit noch geringer Vorfertigungsgrad der gesamten Wandaufbauten
hohe und effiziente Lastabtragung	Verwendung von „minderwertigem“ Holz – Seitenware	größere Wandstärke aufgrund der zusätzliche Dämmebene außerhalb der Tragebene
Gebäudeaussteifung erfolgt durch das Flächen-tragwerk	raumabschließende Funktion und gut kombinierbar mit anderen Bauweisen	
maßhaltige quer- oder kreuzweise verklebte Systeme	hohe speicherwirksame Masse, auch vorteilhaft im Schall- und Brandschutz	
reduzierte Anzahl an Bauteilschichten, da Tragwerk, Raumbildung, Dichtigkeitsebene usw. bereits durch massive Tragelemente gebildet wird	geringere Wandstärken als im mineralischen Massivbau	
Holzmassivbauteile nehmen Feuchte aus der Raumluft auf, speichern diese und geben sie in trockenen Perioden wieder ab	hohe statische Belastbarkeit	
verschiedene Konstruktionsarten und Systeme meistens produktbezogen auf Hersteller ausgerichtet	aufgrund der Luftdichtheit der Elemente keine zusätzlichen Folien / Winddichtungen / Dampfsperren und -bremsen notwendig	

Die stetig zunehmende Anwendung der Holzmassivbauweise trägt aufgrund der baustoff- bzw. bausystemspezifischen Eigenschaften dazu bei, dass vor allem großvolumige Bauvorhaben im Wohnbau, aber auch im

⁹⁴⁰ weiterentwickelt aus: SCHOBER, K. P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Holzskelett- und Holzmassivbauweise. S. 5 ff und KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 64

Büro-, Gewerbe- und Industrie sowie auch öffentlichen Bildungs- und Gesundheitsbauten in Holzmassivbauweise mit unterschiedlichen Ausprägungen, Systemen und Vorfertigungsgraden errichtet werden.⁹⁴¹ Die kontinuierliche Zunahme in den Produktionskapazitäten, welche ausgehend von Österreich weltweit kontinuierlich gesteigert werden, zeugen vom Wachstum aufgrund der Nachfrage, wobei das Potenzial nach wie vor groß erscheint.⁹⁴²

4.1.3.6 Holzmischbauweise

Im Rahmen der Entwicklung vor allem des großvolumigen Holzbaus im letzten Jahrzehnt wurde der Holzbau nicht nur technisch auf der Materialebene weiterentwickelt, sondern auch diese Vorteile nutzend mit anderen Bauweisen und Bausystemen sowohl im Neubau, als auch in der Aufstockung sowie Sanierung von bestehenden Bauwerken kombiniert angewandt.^{943, 944}

Unter dem Begriff der Holzmischbauweise sind im Wesentlichen zwei unterschiedliche Bausysteme zu verstehen. Einerseits umfasst der Holzmischbau eine Bauweise, bei welcher verschiedene Bausysteme des Holzbaus, wie bspw. die bisher beschriebenen, miteinander innerhalb eines Bauwerkes kombiniert werden. Diese nutzt die Vorteile eines jeden Holzbausystems, wie dies im Falle der Anwendung des Holzleichtbaus bzw. Holzrahmenbaus in Kombination mit dem Holzmassivbau in zahlreichen Objekten Anwendung findet. Dabei werden die hochwärmegedämmten, aber mit geringerer Wandstärke ausfallenden einzelnen Wandelemente mit Brettstapel- oder Brettsperreholzelementen im Bereich der Decken, welche aufgrund ihrer größeren Masse bessere Eigenschaften vor allem in Bezug auf den Schallschutz und die Schwingungsanfälligkeit haben, als Leichtbauelemente in einem Gebäude kombiniert. Diese Form der Kombination zeichnet sich jedoch durch den ausschließlichen Einsatz des Baustoffes Holz für die Konstruktion aus.

In den meisten Fällen wird aber unter dem Begriff Holzmischbau eine gänzlich anders gelagerte Kombination innerhalb eines Tragwerkes, nämlich jener mit unterschiedlichen Baustoffen, bezeichnet. Der darunter assoziierte Holzmischbau ist dadurch gekennzeichnet, dass unterschiedli-

⁹⁴¹ Vgl. GASPARRI, E.: Prefabricated external wall system for tall cross-laminated timber buildings – design of unitized wood based facade assemblies for fast-track construction and quality assurance. S. 87 ff

⁹⁴² Vgl. EBNER, G.: Plus 1 Mio. m³ bis 2020. In: BSP Special – Holzkurier | Holz Design | Holzbau Austria, Herbst 2017. S. 4 ff

⁹⁴³ Vgl. LEJA, M. A.: Die Holzmischbauweise – Grundsätze und Anforderungen zur Planung und Ausführung für einen baubetrieblich und bauwirtschaftlich optimalen Projektablauf. S. 16

⁹⁴⁴ Vgl. DEDERICH, L.; KOCH, J.: Holzkonstruktionen in Mischbauweise. In: Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 5. S. 14 ff

che Formen von Holzbauweisen mit anderen Baustoffen, wie bspw. Beton, Mauerwerk oder Stahl gemeinsam die Tragstruktur sowie die Raumumhüllende bilden. Des Öfteren wird unter dieser Form der Holzmischbauweise mit anderen Baustoffen auch die Holzhybridbauweise bzw. Verbundbauweise verstanden. Es werden dabei die Vorteile eines jeden Baustoffes genutzt, um in Summe gesehen ein Bauwerk zu errichten, welches dadurch effizient in der Konstruktion, bauphysikalisch herausragend und kostengünstig in der Herstellung ist.⁹⁴⁵

Durch diese Form der Kombination lassen sich bemerkenswerte Konstruktionen herstellen, welche z.T. unter Verwendung der einzelnen Baustoffe nicht in dieser Form möglich wären. Es ist jedoch erforderlich, dass die Vorteile und Merkmale jedes eingesetzten Baustoffes berücksichtigt werden und die maßgeblichen Parameter dementsprechend auch in der Planung und Ausführung Anwendung finden. Dennoch müssen aufgrund der unterschiedlichen Baustoffeigenschaften einige wesentliche Merkmale sowohl in der Planung als auch während der Ausführung berücksichtigt werden.^{946, 947}

Dies betrifft die sehr unterschiedlichen großen Bautoleranzen, welche aufgrund der Mischung von mit computergestützten Abbundanlagen maßhaltig vorgefertigten Holzbauelementen mit vor Ort betonierten tragenden Elementen entstehen.⁹⁴⁸ Durch die Kombination der Baustoffe und damit unterschiedlicher Gewerke ist das Aufsetzen des Nachfolgewerkes auf dem vorhergehenden unmittelbar von der bestehenden Genauigkeit bzw. Ungenauigkeit abhängig. Letztlich summieren sich zahlreiche kleine Maßabweichungen zu einem nicht zufriedenstellenden Ergebnis im Bauwerk.⁹⁴⁹ Eine dementsprechende Toleranzanalyse während der Planungsphase vor allem bei großen Flächen bildet dabei die Grundlage für die Fertigung der Holzelemente, wobei davon auszugehen ist, dass sich die Berücksichtigung von Einbau- und Ausgleichsfugen mit Zunahme des Vorfertigungsgrades einzelner Bauteile erhöht (Vgl. Kap. 3.4.4). Am Bauwerk auftretende Abweichungen können in der Fertigung berücksichtigt werden, falls der Fertigungsprozess dies zulässt. Sie können jedoch bereits im Vorfeld Maßnahmen in der Planung einzelner Elemente und Bauteile umfassen, welche ein nachträgliches Justieren auf der Baustelle erlauben. Dies zeigt sich vor allem im Bereich der Verbindungstechnik, welche unter Zuhilfenahme geeigneter Maßnahmen wie Langlöcher, Justier-

⁹⁴⁵ Vgl. DEDERICH, L.; KOCH, J.: Holzkonstruktionen in Mischbauweise. In: Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 5. S. 6 ff

⁹⁴⁶ Vgl. TEIBINGER, M.; EDL, T.: Holz-Mischbau. S. 1 ff

⁹⁴⁷ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 41

⁹⁴⁸ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 119

⁹⁴⁹ Vgl. TEIBINGER, M.; EDL, T.: Holz-Mischbau. S. 7

schrauben udgl. die Verschiebung der einzelnen Elemente bzw. Montagepunkte sowohl vertikal als auch horizontal zulassen und somit die endgültige Position während der Montage und auch danach noch veränderbar gestalten.⁹⁵⁰

Des Weiteren ist in diesem Zusammenhang auch das Thema der Baufeuchte ein wesentlicher Einflussfaktor. Durch den Einbauprozess von Beton, Mauerwerk, Mörtel, Putz, Estrich udgl. entsteht im Bauwerk Baufeuchte, da diese Materialien unter Zuhilfenahme von Wasser ihre gewünschten Materialeigenschaften entwickeln. Wasser und weitere Bindemittel sind dabei zur Verflüssigung der trockenen Materialanteile im Herstellungs- bzw. Verarbeitungsprozess erforderlich, um sie damit viskos zu gestalten und sie in die gewünschte Form zu bringen. Zur Erreichung der endgültigen Festigkeiten, Oberflächenqualitäten und weiteren charakteristischen Merkmale sind die genannten Baustoffe unterschiedlichen Trocknungszeiten unterworfen. Damit bringt eine Nassbauweise temporär Feuchtigkeit in eine Konstruktion, welche bspw. für Holz durchaus problematisch sein kann.^{951, 952} Auch das Quell- und Schwindverhalten mancher Baustoffe während der Austrocknungszeiten ist maßgeblich in Zusammenhang mit den zu berücksichtigenden Toleranzen zu sehen.⁹⁵³

Zusätzlich sind die Themen Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz und Feuchteschutz im Falle der Holzmischbauweise sorgfältig zu planen. Dabei gilt es vor allem die brandschutztechnischen Anforderungen in den Anschlussfugen zwischen den aus unterschiedlichen Baustoffen hergestellten Bauteilen zur Vermeidung der Brandweiterleitung detailliert zu betrachten. Ergänzend hierzu ist dem Thema der Schallweiterleitung über die jeweils flankierenden Bauteile sowie die Optimierung bzw. Vermeidung von Wärmebrücken im Übergangsbereich vom mineralischen Bauteil zum Holzbauteil besondere Aufmerksamkeit zu schenken.⁹⁵⁴ Eine eindeutige bauphysikalische Trennung zwischen den Holzbauteilen und den mineralisch hergestellten Massivbauteilen verlangt eine zumeist hohe Detaillierung, um vor allem bauphysikalische Probleme den Wärme-, Schall-, Brand- und Feuchteschutz betreffend sowie den damit zusammenhängenden möglichen Bauschäden vorzubeugen.⁹⁵⁵

Der Holzbau, wie er im Allgemeinen verstanden wird, stellt sich in allen Fällen als Mischbauweise dar, unabhängig mit welchem Anteil weitere Baustoffe neben Holz eingesetzt werden müssen. Dies reicht vom zumeist

⁹⁵⁰ Vgl. TEIBINGER, M.; EDL, T.: Holz-Mischbau. S. 26 ff

⁹⁵¹ Vgl. PFEIFER, G. et al.: Mauerwerk Atlas. S. 179

⁹⁵² Vgl. GAMERITH, H.: Bauschäden. S. 93

⁹⁵³ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 3 Umsetzung. S. 858

⁹⁵⁴ Vgl. TEIBINGER, M.; EDL, T.: Holz-Mischbau. S. 55 ff

⁹⁵⁵ Vgl. AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. S. 119

aus Beton hergestellten Fundament, über die oftmals im mehrgeschossigen Holzbau aufgrund der Brandschutzbestimmungen eingesetzten Erd- bzw. Sockelgeschoße aus den mineralischen Baustoffen Ziegel oder Beton bis hin zu den im Holzbau derzeit nicht wegzudenkenden Verbindungsmitteln und Knotenpunkten aus Stahl.⁹⁵⁶

Letztlich entscheidet jedoch der Prozentsatz des eingesetzten Werkstoffes am Gesamtvolumen über die Bezeichnung, ob von einem Holzbau auszugehen ist. Die ist vor allem im Zuge der Erhebung der Holzbauanteile in den unterschiedlichen Ländern von Bedeutung. Die Definition gemäß dieser Untersuchungen besagt, dass Gebäude ab einem 50-prozentigen Holzanteil als Holzbauten gelten, wobei an dieser Stelle lediglich die statisch tragenden Bauteile wie Wände, Decken, Dächer udgl. ohne Fundament bzw. Keller berücksichtigt werden (Vgl. Kap. 4.2.5).⁹⁵⁷

Grundsätzlich lassen sich unterschiedliche Formen und Ausprägungen der Holzmischbauweise unterscheiden, welche nachfolgend erläutert werden.

Holzmischbauweise – Holzwandelemente in Betonstruktur

Diese Form der Holzmischbauweise zeigt sich bspw. bei der Verwendung von Holzelementen innerhalb einer aus Beton hergestellten tragenden Konstruktion. Die Gebäudehülle inkl. Fassade wird dabei mittels nicht tragenden vorgefertigten Holzrahmen- oder Massivholzelementen gebildet, da durch die wärmeschutztechnischen Eigenschaften bei geringer Wandstärke, den hohen Vorfertigungsgrad, das wesentlich geringere Bauteilgewicht sowie die trockene rasche Bauweise ohne zusätzliche Einbringung von Feuchtigkeit die Vorteile des Holzbaus genutzt werden. Die zumeist in Beton hergestellte Konstruktion der Stiegehäuser, tragenden bzw. aussteifenden Bauteile in Form von Wänden, Stützen, Unterzügen und Decken wird in vielen Fällen aus Ortbeton oder mittels Halb-Fertigteilen und Fertigteilen realisiert. Der Massivbaustoff Beton wird in diesem Zusammenhang vor allem aufgrund der positiven Eigenschaften der Nicht-Brennbarkeit, der großen Masse und der individuellen Formbarkeit zur Erreichung einer großen Geschoßanzahl sowie oftmals auch aufgrund des Kostenargumentes eingesetzt.^{958, 959}

Diese Form der Holzmischbauweise bzw. Holzhybridbauweise findet vor allem im Bereich des mehrgeschossigen zumeist städtischen Wohn- und

⁹⁵⁶ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 42 ff

⁹⁵⁷ Vgl. TEISCHINGER, A.; STINGL, R.; ZUKAL, M. L.: Holzbauanteil in Österreich – statistische Erhebung von Hochbauvorhaben. In: attachment Zuschnitt September 2011. S. 5

⁹⁵⁸ Vgl. TEIBINGER, M.; EDL, T.: Holz-Mischbau. S. 4 ff

⁹⁵⁹ Vgl. DEDERICH, L.; KOCH, J.: Holzkonstruktionen in Mischbauweise. In: Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 5. S. 14 ff

Bürobaus Anwendung, bei welchem erhöhte bauphysikalische Anforderungen in Bezug auf Schall- und Brandschutz auch gemäß der jeweils geltenden gesetzlichen Vorgaben einzuhalten sind. Dabei werden einerseits Neubauten errichtet, andererseits aber auch speziell in der Sanierung bzw. Ertüchtigung bestehender zumeist innerstädtischer Gebäude Holzelemente in bereits errichteten, teils für die Umnutzung erforderlichen statischen Verstärkung eingebaut.⁹⁶⁰

Vor allem der Bereich der Sanierung von Wohnbauten, welche wärmetechnisch und energetisch sowie mit adäquater Gebäudetechnik im Kontext der steigenden Sanierungsoffensive aufgerüstet oder erneuert werden müssen, stellt wesentliche Anforderungen, aber auch Chance für den Holzmischbau dar. Die dabei eingesetzten vorgefertigten zumeist hochwärmegedämmten Holzelemente werden bei mineralisch errichteten Bauwerken entweder vor der bestehenden Fassade montiert, ohne diese zuvor zu demontieren, oder aber auch nach einer gänzlichen Entkernung des Gebäudes inkl. Entfernung der bestehenden Fassade als neue Gebäudehülle platziert.⁹⁶¹

Holzmischbauweise – Holz-Beton-Verbund-Bauteile

Im Gegensatz zur Holzmischbauweise mit Holzwandelementen in einer Betonstruktur stellt die Verbund-Bauweise eine Verbindung von mindestens zwei Materialien, unter Zuhilfenahme eines Verbindungsmittels zu einem schubfesten Formschluss dar.⁹⁶² Dies kann einerseits zwischen Stahl und Beton als Stahl-Beton-Verbund, oder aber zwischen Holz und Beton in Form der *Holz-Beton-Verbund-Bauweise (HBV-Bauweise)* auftreten. Diese Form der Hybridbauweise nutzt die Vorteile der beiden Baustoffe Holz und Beton, um damit eine sehr hochleistungsfähige, als Einheit wirkende Konstruktion herzustellen.⁹⁶³

Dabei ist der Vorteil des Baustoffes Holz seine vergleichsweise hohe Zugfestigkeit bei gleichzeitig sehr geringen Werten der Querkzugfestigkeit. Im Falle des Baustoffes Beton verhält es sich vice versa. Die verhältnismäßig hohe Druckfestigkeit im Vergleich zur Zugfestigkeit kennzeichnet diesen Baustoff. Der Holzbauteil übernimmt die Biegezugkräfte, der Betonbauteil die Biegedruckkräfte des Deckenelementes. Durch die Kombination der beiden Baustoffe und Nutzung der dominierenden Festigkeitseigenschaften ergeben sich Bauteileigenschaften, welche durch die Zugfestigkeit des Holzes und die Druckfestigkeit des Betons geprägt sind und durch deren

⁹⁶⁰ Vgl. LEJA, M. A.: Die Holzmischbauweise – Grundsätze und Anforderungen zur Planung und Ausführung für einen baubetrieblich und bauwirtschaftlich optimalen Projektablauf. S. 22 ff

⁹⁶¹ Vgl. FORSTHOFER, C.: Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Untersuchung von thermischen Fassadensanierungen mit Holzbauelementen im Vergleich zu konventionellen Systemen. S. 86 ff

⁹⁶² Vgl. SÄTZLER, K.: Theorie der Verbundkonstruktionen – 1.Theorie. S. XIII ff

⁹⁶³ Vgl. HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 25 ff

kraftschlüssige, schubfeste Verbindung eine besondere Form der als Scheibe wirkenden Konstruktion entsteht.^{964, 965} Dadurch erhöht sich die Steifigkeit des Gesamtbauteiles bei gleichzeitig größerer Spannweite erheblich. Zusätzlich ergeben sich aufgrund der Einbringung von Beton Vorteile wegen der erhöhten Masse, was vor allem die bauphysikalischen Themen der Schwingungen bzw. Verformungen positiv beeinflusst.^{966, 967} Des Weiteren nutzt die HBV-Bauweise auch den Faktor des nicht brennbaren Baustoffes Beton sowie baubetriebliche Vorteile aufgrund der Vorfertigungsmöglichkeit.

Holz-Beton-Verbunddecken können in unterschiedlichen Formen hergestellt werden. Der Holzbauteil besteht entweder aus einzelnen, parallel angeordneten Holzträgern, aus Brettstapel- oder Brettsperrholzelementen. Der Betonbauteil wird im Wesentlichen aus einer dünnen Betonplatte gebildet, welche bewehrt oder unbewehrt sein kann.^{968, 969}

Das wesentliche Kriterium einer HBV-Decke stellt die Verbindung dieser beiden Elemente dar. Zahlreiche am Markt befindliche bauaufsichtlich zugelassene und nicht bauaufsichtlich zugelassene Systeme verwenden einerseits stiftförmige Verbindungsmittel, wie Schrauben, Kopfbolzendübel, eingeklebte Stahlstäbe oder Sechskantschrauben. Andererseits werden hierfür auch flächige, zumeist metallische Verbindungsmittel, wie Nagelplattenverbinder, eingeklebte vertikale Bleche bzw. Schubverbinder, Flachstahlschlösser, Dübelleisten udgl. angewandt. Zusätzlich ist aber auch die Methode der klassischen Kerne oder Betonnocke⁹⁷⁰ eine kostengünstige Variante zur Herstellung der Verbundwirkung. Letzten Endes stellt das Thema der Klebe- sowie Haftverbindungen eine Möglichkeit der kraftschlüssigen Verbindung vor allem bei Fertigteilen dar. Die große Anzahl der am Markt verfügbaren, teils einzeln zugelassenen Systeme zeigen das breite Anwendungsspektrum von HBV-Systemen und zeigen nach wie vor aufgrund der jeweils auftretenden Vor- und Nachteile den vorhandenen Forschungs- und Entwicklungsbedarf.^{971, 972}

⁹⁶⁴ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 3 Umsetzung. S. 789

⁹⁶⁵ Vgl. GLASER, R.: Zum Kurz- und Langzeitverhalten von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen. S. 1 ff

⁹⁶⁶ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 64 ff

⁹⁶⁷ Vgl. TEIBINGER, M.; DOLEZAL, F.; MATZINGER, I.: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschossigen Holzbau. S. 21

⁹⁶⁸ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 3 Umsetzung. S. 789

⁹⁶⁹ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 181

⁹⁷⁰ Unter einer Kerne wird im Zusammenhang mit Holz-Beton-Verbundbauteilen eine Aussparung bzw. Vertiefung im Holz verstanden, welche in den Plattenwerkstoff in regelmäßigen Abständen eingefräst wird, um die Druckkraft vom Beton in das Holz zu übertragen. Zusätzlich ist meist ein lotrechtes stiftförmiges Verbindungsmittel für die Übertragung der Zugkräfte erforderlich. Im Vergleich dazu ist eine Betonnocke ebenso eine Ausnehmung im Holz, welche ausbetoniert wird. Sie kann bewehrt oder unbewehrt sein. Vgl. HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 51

⁹⁷¹ Vgl. WINTER, S.; KREUZINGER, H.; MESTEK, P.: Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 15: Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen. S. 187 ff

⁹⁷² Vgl. HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 45 ff

Die Hauptanwendung der Holz-Beton-Verbund-Bauweise liegt im Bereich von zumeist horizontalen Konstruktionen in Form von Decken- und Dachtragwerken. Diese als Holz-Beton-Verbund-Decken (HBV-Decken) bekannten Systeme nutzen die Vorteile der beiden Baustoffe, um damit größere Spannweiten zu erreichen, als dies mit reinen Holzdecken möglich wäre.⁹⁷³

Diese Form der Konstruktion kann einerseits im Hochbau in der Errichtung von Neubauten, als auch in der Sanierung bestehender Holzdecken eingesetzt werden. Andererseits findet die HBV-Bauweise auch im Brückenbau Anwendung. Während im Neubau vor allem Deckensysteme mit Holzrippenelementen bzw. Brettstapel- und Brettsperrholzelementen zum Einsatz gelangen, finden sich vor allem im Bereich von Altbausanierungen Lösungen, bei denen Ortbeton auf bestehende klassische Doppelbaum- und Tramdecken aus Holz eingebracht und schubsteif zumeist mit stiftförmigen Verbindungsmitteln verbunden wird.^{974, 975} Dies erlaubt die Beibehaltung des historischen Bestandes bei gleichzeitiger statischer, bauphysikalischer und brandschutztechnischer Ertüchtigung durch das Aufbringen einer zumeist dünnen Betonschicht, ohne dabei den gänzlichen Rückbau der Decken vornehmen zu müssen und damit die Nutzung über längere Zeit zu beeinträchtigen.^{976, 977}

Im Gegensatz dazu lassen sich im Neubau nicht nur im Ein- und Zweifamilienhausbau, sondern vor allem im bauphysikalisch anspruchsvollen mehrgeschossigen Wohn- und Bürobau unterschiedliche Systeme von HBV-Decken realisieren.⁹⁷⁸

Ein maßgebliches Kriterium im Einsatz von HBV-Decken ist die Art der Herstellung des zugrunde liegenden HBV-Systems. Die Kombination der drei Hauptkomponenten Holz, Beton und dem zugehörigen Verbindungsmittel bzw. -system kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Im Wesentlichen lassen sich dabei vier Grundtypen in der Herstellung einer HBV-Decke unterscheiden:

Variante 1 – gesamtes HBV-Fertigteil

Im Falle des Einsatzes einer gesamten Holz-Beton-Verbunddecke als Fertigteil werden die gänzlich im Werk hergestellten HBV-Elemente auf der Baustelle ohne weitere Unterstützungsmaßnahmen lediglich montiert, die

⁹⁷³ Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.; DOLEZAL, F.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau – Fokus Bauphysik. S. 4

⁹⁷⁴ Vgl. DEDERICH, L.; KOCH, J.: Holzkonstruktionen in Mischbauweise. In: Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 5. S. 52 ff

⁹⁷⁵ Vgl. ZILCH, K.; DIEDERICH, C. J.; KATZENBACH, R.: Handbuch für Bauingenieure. S. 3-411

⁹⁷⁶ Vgl. PFATTNER, M.: Holz-Beton-Verbundsysteme im Ingenieurholzbau – Gegenüberstellung der Verbundlösungen und Einsatz als Verstärkungsmaßnahme für Holzdecken im Bestand. S. 99 ff

⁹⁷⁷ Vgl. WINTER, S.; KREUZINGER, H.; MESTEK, P.: Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 15: Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen. S. 183

⁹⁷⁸ Vgl. HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 65

Knotenanschlüsse kraftschlüssig verbunden und die Fugen verschlossen (vergossen). Wesentlich dabei ist, dass das gewählte Verbindungssystem sowie der Beton auf die Holzbauteile bereits im Werk ein- bzw. aufgebracht wurden und auf der Baustelle keinerlei Bewehrungs- und Betonierarbeiten bzw. Arbeiten mit Verbindungssystemen erforderlich sind.⁹⁷⁹ Als vorteilhaft zeigen sich bei dieser Option vor allem die effiziente Produktion sowie die rasche und zeitgerechte Montage vor Ort, ohne dass dafür Unterstützungen der Decke erforderlich werden. Zusätzlich erfolgt dadurch auch kein Feuchteintrag ins Bauwerk, was ein Aushärten vor Ort nicht notwendig macht. Nachteilig wirken sich jedoch das hohe Transportgewicht und die erforderliche exakte Planung aller Details und Schnittstellen zu anderen Gewerken, sowie den notwendigen Arbeitsfugen im Vorfeld aus. Durch die Vorwegnahme der zeitlich aufwendigen Arbeiten, welche im Zuge einer Vorfertigung wesentlich geringer ausfallen als bei ausschließlicher Vor-Ort-Bauweise, können bei dieser Variante sowohl die Anzahl der Arbeitskräfte, als auch die damit zusammenhängenden notwendigen Arbeitsschritte reduziert und damit die Leistungsansätze verbessert werden, was sich auch in unterschiedlichen Kostenanalysen widerspiegelt.⁹⁸⁰

Variante II – Holzfertigteil und Betonfertigteil mit Baustellenverbindung

Die zweite Variante der Herstellung einer HBV-Decke bildet die bauseitige Verbindung eines vorgefertigten Holzbauteiles mit einem vorgefertigten Betonbauteil. Bei dieser Form werden die Holzbauteile versetzt und mit der darunter liegenden Konstruktion kraftschlüssig verschraubt. Danach wird das Betonfertigteil eingehoben und durch ein in einem einbetonierten Hüllrohr geführtes stiftförmiges Verbindungsmittel die schubfeste Verbindung zum Holzbauteil hergestellt. Diese Methode verlangt die Unterstützung des Holzbauteiles während der Montage des Betonteiles. Der Vorteil dieses Systems besteht in einer getrennten Fertigung der beiden Hauptbauteile in separaten Werken ohne zusätzliche Transporte sowie die kurze Unterstützungszeit. Als Nachteil erweist sich jedoch der hohe zeitliche und monetäre Aufwand für das zugelassene Verbindungsmittel bzw. -system.⁹⁸¹

⁹⁷⁹ Vgl. LEITENBAUER, A.: Kalkulatorischer Vergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau. S. 24

⁹⁸⁰ Vgl. KOPPELHUBER, J.; LEITENBAUER, A.; HECK, D.: Calculative cost and process analysis of timber-concrete-composite ceilings with focus on effort and performance values for cost calculations of multi-storey timber buildings. In: proceedings WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering, 2016. S. 1 ff

⁹⁸¹ Vgl. HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 69 ff

Variante III – Holzfertigteil mit Ortbeton und vorab eingebrachten Verbindungsmitteln

Eine weitere Form einer HBV-Decke ist jene mit einem vorgefertigten Holzbauteil und dem auf der Baustelle als Ortbeton eingebrachten Betonbauteil. Im Zuge dieser Variante wird das gewählte Verbindungssystem im Holzbauteil bereits im Rahmen der Vorfertigung in dieses eingebracht und auf der Baustelle im Gesamten versetzt. Die Bewehrungs-, Randabschalungs- und Betonierarbeiten werden hingegen auf der Baustelle vorgenommen. Im Rahmen der Herstellung muss der Holzbauteil bis zur vollständigen Aushärtung des Betons unterstützt bleiben, was als Nachteil anzuführen ist. Diese Methode stellt jedoch insofern einen Vorteil dar, als dass sie für das Holzbauunternehmen einfach ohne weitere Anlagen und spezieller betonbaulicher Kenntnisse realisiert werden können. Als nachteilig wirkt sich jedoch die Einbringung von Feuchtigkeit in das Bauwerk durch den nachträglichen Betoneinbau aus, sowie die Thematik der Gewerke und Schnittstellen auf der Baustelle, da in einem fertig errichteten Gebäude aus Holz nachträglich mit wesentlich größerem Aufwand Bewehrungs- und Betonierarbeiten durchgeführt werden müssen.⁹⁸²

Variante IV – Holzfertigteil mit Ortbeton und vor Ort eingebrachten Verbindungsmitteln

Als vierte Variante der Herstellung einer HBV-Decke stellt sich jene der gänzlich auf der Baustelle durchgeführten Arbeiten dar. Dabei werden sowohl die Verbindungsmittel bzw. das eingesetzte Verbindungssystem auf der Baustelle in das zumeist vorgefertigte Holzbauteil eingebracht, sowie wie in der Variante zuvor, sämtliche Bewehrungs-, Randabschalungs- und Betonierarbeiten auf der Baustelle vorgenommen. Der geringe Vorfertigungsgrad bedingt zwar eine geringere Komplexität und somit einfache Umsetzung auf der Baustelle. Zugleich erlaubt dieser bei unreifer Planung eine im Zuge des Baufortschrittes nachträgliche Anpassung, allerdings stellen wiederum die lange Unterstellungszeit, der Feuchteeintrag sowie die nachträglich aufwendige Betonage mitsamt der zugehörigen Schnittstellenproblematik erhebliche Nachteile dieser Variante dar.⁹⁸³ Die bauwirtschaftliche Betrachtung dieser Bauweise zeigt, dass diese Form der HBV-Deckenherstellung zwar eines geringeren Koordinations- und Planungsaufwandes bedarf, letztlich jedoch die dafür erforderliche Anzahl an Arbeitskräften der beiden separat betrachteten Gewerke wesentlich höher ist, und damit die Kosten vor Ort aufgrund der Witterungs- und Baustel-

⁹⁸² Vgl. HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 70 ff

⁹⁸³ Vgl. LEITENBAUER, A.: Kalkulatorischer Vergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzba. S. 21 ff

leneinflüsse steigen. Ebenso sind aufgrund des längeren Unterstellungszeitraumes der Decken bis zur Betonaushärtung weitere Ausbauarbeiten stark eingeschränkt, was bei nicht ausreichender Berücksichtigung im Bauablauf zu einer Bauzeitverlängerung führen kann.⁹⁸⁴

Die nachfolgende Tabelle fasst die Vor- und Nachteile der Holz-Beton-Verbund-Bauweise zusammen:

Tabelle 4.4 Vor- und Nachteile der Holz-Beton-Verbund-Bauweise ⁹⁸⁵

Vorteile	Nachteile
ideale Nutzung der jeweiligen Festigkeitseigenschaften Beton unter Druck, Holz unter Zug	aufwendige (Vor-)Fertigung / Herstellung des Verbundes
einfach Möglichkeit zur Sanierung bestehender Holzdecken in statischer Hinsicht	detaillierte Planung und Berechnung erforderlich mit weitreichenden Kenntnissen
duktileres Bauteilverhalten	Schutz des Holzes vor Betonfeuchte zumeist notwendig
freie Raumgestaltung durch große Spannweiten	Unterstützung des Holzes / Holzbauteiles bis zur Herstellung der fertigen Verbunddecke notwendig
ideale Querverteilung der Lasten durch Betonplatte	teilweise bauordnungsrechtliche Grundlagen nicht eindeutig
horizontale Aussteifung durch Betonplatte erhöht die Gebäudestabilität	höhere Kosten als bei herkömmlichen Systemen
hoher Vorfertigungsgrad möglich aber nicht zwingend	
geringe Schwingungsanfälligkeit durch höhere Masse	
gute Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften	
Holzuntersicht als architektonisches / optisches Element nutzbar	
Schutz des Holzes durch darauf liegende Betonplatte	

Die Holzmischbauweise, unabhängig vom System bzw. der Kombination von Baustoffen, gelangt im Bereich der Sanierung von Bestandsgebäuden vermehrt zum Einsatz. Aufgrund des substanziellen Eingriffes in die Struktur ist eine möglichst kurze Baudauer notwendig, welche vor allem mit

⁹⁸⁴ Vgl. KOPPELHUBER, J.; LEITENBAUER, A.; HECK, D.: Calculative cost and process analysis of timber-concrete-composite ceilings with focus on effort and performance values for cost calculations of multi-storey timber buildings. In: proceedings WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering, 2016. S. 1 ff

⁹⁸⁵ weiterentwickelt aus: HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 28 ff

Bauteilen in Form von 2D-Elementen und 3D-Modulen mit einem hohen Vorfertigungsgrad erreicht werden kann.

4.1.3.7 Verbindungstechnik im Holzbau

Das Thema der Verbindungstechnik im Holzbau ist vielschichtig und hat sich in den vergangenen Jahren stark entwickelt. Aufgrund der Vielfalt der unterschiedlichen Bausysteme, aber auch Anwendungsgebiete des Holzbaus, wurden über die Jahrzehnte unterschiedliche Verbindungssysteme hauptsächlich zur punktuellen Lastübertragung eingesetzt. Die natürlich bedingten, eingeschränkten Abmessungen von Holzbauteilen bedingen einen besonderen Stellenwert der Füge-technik, welche nicht nur die Tragfähigkeit, Steifigkeit und Duktilität der Verbindungsmittel umfasst, sondern auch die zu berücksichtigenden bauphysikalischen Herausforderungen den Schall- und Brandschutz betreffend, inkludiert. Die Verbindungstechnik im Holzbau entscheidet jedoch über die Montierbarkeit eines Bausystems sowie dessen Wirtschaftlichkeit und Praktikabilität. Zusätzlich kann sie auch für das Erscheinungsbild der Tragstruktur verantwortlich sein.⁹⁸⁶

Das weitläufige Thema der *Verbindungstechnik (VT)* ist aufgrund der Anzahl einzubauender Komponenten maßgeblich für die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit eines Bausystems verantwortlich und prägt die Montage durch effiziente und optimierte Bauelemente. Demnach ist dem Thema der Standardisierung von Verbindungsmitteln bzw. der Verbindungstechnik im Holzbau verstärkte Aufmerksamkeit zu schenken. Die große Variabilität der am Markt erhältlichen und im Einsatz befindlichen Verbindungsmittel ist sowohl planerspezifisch als auch unternehmensorientiert ausgelegt. Die unterschiedlichen Ausprägungen sowie statischen Kenngrößen der einzelnen Verbindungsmittelhersteller ermöglichen einerseits die Bauteilbemessung im Holzbau, andererseits die planerische Umsetzung dieser im jeweiligen Bauvorhaben und wirken konträr der erforderlichen Standardisierung. Einzelne Initiativen in Richtung Normierung bzw. sogar Typung der Verbindungsmittel tragen dazu bei, dass sowohl die bemessungsrelevanten Einflüsse als auch die baustellenspezifische Umsetzung künftig den Holzbau in der Planung, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Ausführung einfacher gestaltbar werden.⁹⁸⁷

Eine besondere Stellung neben den im Holzbau seit Jahrhunderten üblichen zimmermannsmäßigen Verbindungen⁹⁸⁸ zur kraftschlüssigen Ver-

⁹⁸⁶ Vgl. AUGUSTIN, M. et al.: Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau. Forschungsbericht (Kurzfassung). S. 2 ff

⁹⁸⁷ Vgl. HUTER, P.: Verbindungstechnik im Holzmassivbau – eine Erhebung des Status quo unter Einbeziehung bauwirtschaftlicher Aspekte. S. 3 ff

⁹⁸⁸ Unter zimmermannsmäßigen Verbindungen werden die Dübelverbindung (mit Hartholzdübeln), die Verzapfung, der Versatz, die Verblattung, die Nut-Feder-Verbindung, die Aufklausung, die Verkämmung und die Verzinkung verstanden. Ergänzend hierzu werden auch die Bauklammer und die stiftförmigen Verbindungsmitteln in Form von Nägeln, Bolzen

bindung von Stabelementen, Bauteilen der Blockbauweise sowie klebstofffreien Plattenelementen nehmen jene Verbindungsmittel für die ingenieurmäßigen Verbindungen ein. Diese unterscheiden sich einerseits in die stiftförmigen mechanisch wirkende Verbindungstechnik (durch indirekten Kraftschluss)⁹⁸⁹, sowie in Systeme mit mechanisch wirkenden Verbindungsmitteln⁹⁹⁰, den flächig mechanisch wirkenden Verbindungen⁹⁹¹ und den Klebeverbindungen⁹⁹².

In den vergangenen Jahren wurde vor allem aufgrund der Entwicklung der Holzmassivbauweise die Verbindungstechnik mit stiftförmigen Verbindungen in Form von Holzbau-Schrauben bedeutend weiterentwickelt. Diese selbstbohrenden Teil- und Vollgewindeschrauben mit Durchmessern von 6 bis 14 mm und Längen bis 2000 mm sind aufgrund ihrer Tragfähigkeit sowie Duktilität in der Lage, sowohl einzeln, als auch paarweise und in unterschiedlichen Neigungen eingedreht ebenso wie in Kombination mit Stahlteilen, Systemverbindern und Winkeln große Lasten zu übertragen. Dennoch ergibt sich aufgrund der großen Anzahl der statisch notwendigen Schrauben vor allem in mehrgeschossigen Bauten sowie auch in erdbebengefährdeten Gebieten die Notwendigkeit, der Verbindungstechnik erhöhte Aufmerksamkeit speziell in Bezug auf die Varianz der unterschiedlichen Schrauben sowie auf deren Einbausituation und Menge je Bauteil zu schenken.⁹⁹³ Die Flexibilität der Planer durch die fehlende Standardisierung sowie die unternehmensspezifischen Vorlieben für unterschiedliche Formen von Schrauben und Systemverbindern kann im Zuge der Montage zu Fehlern aufgrund von Verwechslungen während des Einbaus führen. Andererseits können variierende Systeme vor allem zusätzliche Kosten erzeugen, da die Anzahl der Verbindungsmittel in großvolumigen, möglicherweise auf Erdbeben zu bemessenden Bauvorhaben einige tausend Stück umfassen kann, welche alle vor Ort durch die Arbeitskräfte

sowie Laschen und Bleche für die Lagesicherung der auf Kontakt und Abscheren beanspruchten zimmermannmäßigen Verbindungen, eingestuft. Vgl. HERZOG, T. et al.: Holzbau Atlas. S. 106 ff

⁹⁸⁹ Die stiftförmig mechanischen Verbindungsmittel umfassen Stabdübel und Passbolzen, Nägel, Klammern, Schrauben sowie Bolzen und eingeklebte Gewindestangen. Vgl. AUGUSTIN, M.; MAHLKNECHT, U.: Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau – Übersicht Verbindungstechnik im Holzbau. Forschungsbericht (Langbericht – Teil holz.bau forschung gmbH). S. 1

⁹⁹⁰ Systeme mit stiftförmigen mechanisch wirkenden Verbindungsmitteln werden durch Nagelplatten und genagelte Platten ebenso gebildet wie durch Sondersysteme und Systemverbinder sowie Stahl- und Alu-Formteile und Holz-Beton-Verbund-Systeme. Vgl. AUGUSTIN, M.; MAHLKNECHT, U.: Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau – Übersicht Verbindungstechnik im Holzbau. Forschungsbericht (Langbericht – Teil holz.bau forschung gmbH). S. 1

⁹⁹¹ Diese Kategorie der flächig mechanisch wirkenden Verbindungen umfasst die Dübel besonderer Bauart. Vgl. AUGUSTIN, M.; MAHLKNECHT, U.: Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau – Übersicht Verbindungstechnik im Holzbau. Forschungsbericht (Langbericht – Teil holz.bau forschung gmbH). S. 1

⁹⁹² Klebeverbindungen werden durch die Schäftung und Keilzinkung sowie durch geklebte Stöße abgedeckt. Vgl. AUGUSTIN, M.; MAHLKNECHT, U.: Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau – Übersicht Verbindungstechnik im Holzbau. Forschungsbericht (Langbericht – Teil holz.bau forschung gmbH). S. 1

⁹⁹³ Vgl. RINGHOFER, A.: Axially Loaded Self-Tapping Screws in Solid Timber and Laminated Timber Products. S. 2

händisch einzubringen sind.⁹⁹⁴ In der Konzeption der Verbindungstechnik ist somit nach dem Grundsatz vorzugehen, möglichst wenige unterschiedliche Verbindungsmittel pro Anschlusspunkt bei einer geringen Variation der Anschlusspunkte pro Bauteil zu planen, sowie mit einer geringen Anzahl unterschiedlicher Anschlusstypen je Bauwerk etwaige Fehlerquellen möglichst gering zu halten.⁹⁹⁵

Das Bauen mit großformatigen Elementen und vorgefertigten Komponenten erfordert eine Verbindungstechnik, welche für die geringe Anzahl an Kontaktfugen und Bauteilanschlüssen sowohl statisch als auch bauphysikalisch adäquate Lösungen erlaubt. Die Funktionalität in den vertikalen und horizontalen Stößen ist ein Kompromiss zwischen statischen Anforderungen und bauphysikalischen Erfordernissen, da einerseits die Kraftschlüssigkeit und andererseits die Luftdichtheit gleichermaßen gewährleistet werden muss. Zusätzlich sind auch die Toleranzen ausgleichende Komponenten wie schallabsorbierende Elemente in den Anschlussfugen zu berücksichtigen, da in den unterschiedlichen Kontaktfugen – Wand-Fundament bzw. Untergrund, Decke-Decke, Wand-Wand, Wand-Decke-Wand, Wand-Dach – variierende Anforderungen bzgl. Statik, Wärme-, Schall- und Brandschutz sowie auch zur konstruktiven Ausbildung und Montierbarkeit bestehen können.⁹⁹⁶

Im Kontext der Industrialisierung des Holzbaus erlangt das Thema Verbindungstechnik eine hohe Relevanz, da die maschinelle bzw. automatisierte Einbringung der Verbindungsmittel in die Bauteile in allen Detailpunkten vorab zu planen und im Zuge der Fertigungsplanung zu konfektionieren ist. Diese Systemwirkung hat sowohl statisch als auch bauphysikalisch einen besonderen Stellenwert, da durch die große Variation der Verbindungstechnik die maschinelle Umsetzung dieser Automatisierungsprozesse komplex gestaltet ist. Die operative Durchführung mit Portalbearbeitungsanlagen bzw. mehrachsigen Industrierobotern in den Produktionsprozessen ist in der Planung und Konzeption der Systembauweisen bereits zu berücksichtigen und jeder einzelne Verbindungspunkt exakt zu planen. Die dabei notwendige Qualitätssicherung im Rahmen der Automatisierung stellt hohe Anforderungen an die Fertigungseinrichtungen, welche maßgebend in den vorbereitenden Prozessen neben der Planung, auch in der Ausschreibung und Kalkulation zu berücksichtigen sind.⁹⁹⁷

⁹⁹⁴ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HUTER, P.: Projektbericht Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau. Forschungsbericht (Langbericht – Teil Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft). S. 74

⁹⁹⁵ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HUTER, P.; HECK, D.: Unified Timber Connections (UTC) – construction management aspects within the standardisation of connection systems in timber construction. In: proceedings WCTE 2018 – World Conference on Timber Engineering, 2018. S. 2

⁹⁹⁶ Vgl. SCHIERMEYER, V.: Bemessung von Brettsperrholz – Bemessungs- und Konstruktionshilfen für Verbindungen in der Brettsperrholzbauweise nach EN 1955-1-1:2010-12. Forschungsbericht. S. 3 ff

⁹⁹⁷ Vgl. MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. S. 636 ff

Durch die mittlerweile große Anzahl an Verbindungsmitteln und der Variation der Systeme, welche in den Bauvorhaben aufgrund der Großvolumigkeit sowie ggfs. der Erdbebenbemessung statisch erforderlich werden, gestaltet sich dieser Einfluss als wesentlich und muss künftig auch gesondert in der Ausschreibung und Kalkulation beachtet werden. Durch die Anpassung der ÖNORM B 2215⁹⁹⁸ Werkvertragsnorm für Holzbauarbeiten im Jahr 2017 an diese Gegebenheiten ist es notwendig, entgegen der bisherigen Regelung in Form der Berücksichtigung der Verbindungsmittel umgelegt auf die m² verbaute Wand- oder Deckenfläche eigene Positionen in der Ausschreibung zu schaffen, welche diese linienförmigen Kontaktfugen gesondert abdecken. Der eingesetzte Verschraubungstyp bzw. Winkelverbindungstyp (gemäß Tabelle 5 und 6 der ÖNORM B 2215) erlaubt somit eine verursachungsgerechte Berücksichtigung der großen Anzahl dieser Verbindungsmittel ähnlich wie im Stahlbetonbau, in welchem ebenso die Bewehrung gesondert zum Beton und zur Schalung ausgeschrieben und vergütet wird. Demnach ist auch im Holzbau zu erkennen, dass technische Weiterentwicklungen auch bauwirtschaftliche Auswirkungen haben und eine Industrialisierung in den Bausystemen eine baubetriebliche Berücksichtigung erfordert.⁹⁹⁹

4.1.4 Industrialisierung im Holzbau

Der Holzbau konnte in den vergangenen 25 Jahren neben der technischen Produktentwicklung vor allem im Bereich der off-site Fertigung erhebliche Fortschritte erzielen. Dabei wurde durch die Weiterentwicklung der maschinellen Anlagen weg von manuellen Tätigkeiten, ein wesentlicher Schritt in Richtung Professionalisierung der Produktion erreicht. Die Produktionsketten konnten durch den Fortschritt im Anlagenbau optimiert werden, was sich durch unterschiedliche Produktionsanlagenhersteller sowie zugrunde liegende Konzepte zeigt.

Die Bearbeitung einzelner Holzbauteile ist allerdings zumindest teilweise abhängig vom Grad der Systematisierung der zu erstellenden Details, welche maschinell unter Zuhilfenahme von CNC-Abbundanlagen oder auch Plattenbearbeitungsautomaten und -zentren in den Produktionsunternehmen umgesetzt werden. Die Systematisierung von Anschlusspunkten und Verbindungsfugen bildet die Voraussetzung für einen gleichbleibenden maschinellen und teils automatisierten Zuschnitt bzw. Abbund. Die Form und Tiefe der Vorkonfektionierung aufgrund digitaler Prozessketten be-

⁹⁹⁸ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2215 (Ausgabe: 2017-12-01) Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm. S. 13 ff

⁹⁹⁹ Vgl. STEINMAURER, R.; KOPPELHUBER, J.: Die neue Werkvertragsnorm im Holzbau . In: Holzbau Austria Fachmagazin für Holzbau und nachhaltige Architektur, Nr.8/2017. S. 56 ff

stimmt im Wesentlichen auch den Grad der Industrialisierung, bei welchem nicht nur die einzeln vorab abgebundenen Rohbauteile zugeschnitten, sondern auch miteinander gemäß den Detailplänen kombiniert werden.^{1000, 1001}

Somit bilden Abbundanlagen und CNC-Portalbearbeitungs- sowie Roboteranlagen die technische Voraussetzung für eine Industrialisierung im Holzbau, zumindest auf der Ebene von Halbfertigteilen und Fertigteilen. Zur weiteren Konfektionierung von integrierten Bauteilen ist es jedoch erforderlich, den Zusammenbau auch entsprechend zu industrialisieren und durch die Übernahme manueller Tätigkeiten durch Bearbeitungszentren in diesem Prozess zu automatisieren. Hierbei konnten in den produzierenden Unternehmen des Holzbaus in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte erzielt werden, welche sich mittlerweile durch die maschinelle Nachrüstung in den Ausführungsunternehmen fortsetzen konnten. Allerdings besteht durch diese Investitionstätigkeit in den Unternehmen auch die Notwendigkeit einer durchgängigen Auslastung dieser Anlagen, um rentable Prozesse langfristig zu ermöglichen. Daher hat sich im industrialisierten Holzbau, wie er in den ausführenden Holzbauunternehmen hauptsächlich anzufinden ist und nach wie vor einen erheblichen Anteil an manuellen Tätigkeiten inkludiert, vielfach ein stark variierender Grad an Systematisierung etabliert. Dieser entsteht hauptsächlich durch die unternehmensspezifischen Ausführungsvarianten in den Details sowie in den Aufbauten bzw. der Kombination der einzelnen Schichten und Materialien. Diese erzeugen wiederum im Fertigungsprozess eine deutliche Divergenz in den Endprodukten und kommen somit nicht dem Wunsch der Planer in Richtung einer Standardisierung von Bauteilen entgegen. Durch die additive Fügung von vorgefertigten Halbfertigteilen ist allerdings dennoch ein Grad an Standardisierung und Automatisierung gegeben, welcher durch zusätzliche manuelle Hilfstätigkeiten ergänzt wird.¹⁰⁰²

Die Automatisierungskonzepte der Holzverarbeitenden Industrie hängen wesentlich von den Grundbedingungen der zu fertigenden Bauteile ab. Durch die Unterscheidung in einzelne Bausysteme sowie der Kombinationsmöglichkeit dieser, ergibt sich die Schwierigkeit, dass die aufeinander abzustimmenden Prozesse und maschinellen Systeme von jeweils unterschiedliche Ausgangssituationen ausgehen, welche individuell geplant und konzeptioniert werden müssen. Die Eigenschaften von Standardbauteilen (bspw. Dämmung) bedingen dabei grundsätzlich das gewählte Fertigungsverfahren und bedürfen aufgrund ihrer Abmessungen einerseits einer werkstückangepassten Greifertechnik (bspw. Vakuumtechnik), ebenso wie einer automatisierten Einbringung bzw. Aufbringung von

¹⁰⁰⁰ Vgl: KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 140 ff

¹⁰⁰¹ Vgl. <https://www.bauen-mit-weitblick.tum.de/index.php?id=5&L=0>. Datum des Zugriffs: 30.April.2018

¹⁰⁰² Vgl. DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 81 ff

Dämmmaterialien in Abhängigkeit des Bausystems. Hierzu bedarf es zu meist einer Verbindung von Portalrobotern mit 6-Achs-Robotern, welche die individuelle Einbringung von Dämmung in einzelnen Bereichen zulassen. Auch das zusätzlich erforderliche Greifersystem muss wiederum auf den Dämmstoff sowie auf die Einbausituation abgestimmt sein. Das gewählte Automatisierungs- und Anlagenkonzept erfordert jedoch aufgrund des Investitionsvolumens eine bestimmte Stückzahl, wobei die Losgröße aufgrund der leichten Anpassbarkeit in der Planung und den digitalen Prozessketten in diesem Fall lediglich eine untergeordnete Rolle spielt.

Demgegenüber stehen multifunktionale Bearbeitungszentren, welche vor allem bei einer geringeren Stückzahl aufgrund der niedrigen Investitionskosten eine erheblich höhere Individualisierbarkeit der Produktion zulassen. In diesen Anlagen steht nicht zwangsläufig eine geringe Durchlaufzeit im Vordergrund, da durch die komplett integrierte Fertigung nicht nur der Abbund, sondern auch die weitere Fügung einzelner Bauteile sowie zusätzlichen Materialien und Komponenten erfolgt. Die Positionierung einzelner, miteinander in Interaktion tretenden Arbeitstische (Schmetterlingstische) sowie die Einbeziehung von Förderanlagen bedarf allerdings einer exakten Produktionsplanung und -steuerung, um Stillstände und manuelle Zwischenschritte weitestgehend zu vermeiden.¹⁰⁰³

Unterschiedliche Konzepte der Fertigung bilden durch die Kombination verschiedener Bearbeitungsmaschinen und Förderanlagen Layoutvarianten, welche im Zuge einer Industrialisierung innerhalb einer Fertigung möglich werden (Bild 4.3). Dabei können einerseits auf Schienensystemen verfahrbare 6-Achs-Roboteranlagen eigenständig sowie mit anderen Portalbearbeitungszentren interagieren und durch Multifunktionsbrücken ergänzt werden. Die Anordnung der Komponenten der Fertigungsanlage kann dabei entweder geradlinig (hintereinander) sowie U-förmig in Anhängigkeit der Gebäudegeometrie sowie des zugrunde liegenden Materialflusses erfolgen.¹⁰⁰⁴

Unabhängig davon, welche Form der Prozessorientierung und maschinellen Umsetzung gewählt wird, ist es notwendig, dass sämtliche zu fügende bzw. zu konfektionierende Bauteile vorab exakt geplant werden und im Zuge der Fertigungsplanung auch am entsprechenden Ort in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Durch diese Anforderung ist eine detaillierte Planung im Vorfeld unabdingbar und setzt unwiderrufliche Entscheidungen des Bestellers (Auftraggebers bzw. Investors) voraus.¹⁰⁰⁵

¹⁰⁰³ Vgl. HESSELBACH, J. et al.: Ökologische Herstellung von Holzhäusern durch Entwicklung und Umsetzung automatisierter und fertigungsoptimierter Produktionsprozesse. Forschungsbericht – Schlussbericht Teilvorhaben 2 Verbundprojekt Innovativer Holzsystembau durch optimierte Fertigungs- und integrierte Planungsmethoden. S. 42 ff

¹⁰⁰⁴ Vgl. HESSELBACH, J. et al.: Ökologische Herstellung von Holzhäusern durch Entwicklung und Umsetzung automatisierter und fertigungsoptimierter Produktionsprozesse. Forschungsbericht – Schlussbericht Teilvorhaben 2 Verbundprojekt Innovativer Holzsystembau durch optimierte Fertigungs- und integrierte Planungsmethoden. S. 53 ff

¹⁰⁰⁵ Vgl. WIENDAHL, H.-P.; REICHARDT, J.; NYHUIS, P.: Handbuch Fabrikplanung – Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. S. 7 ff

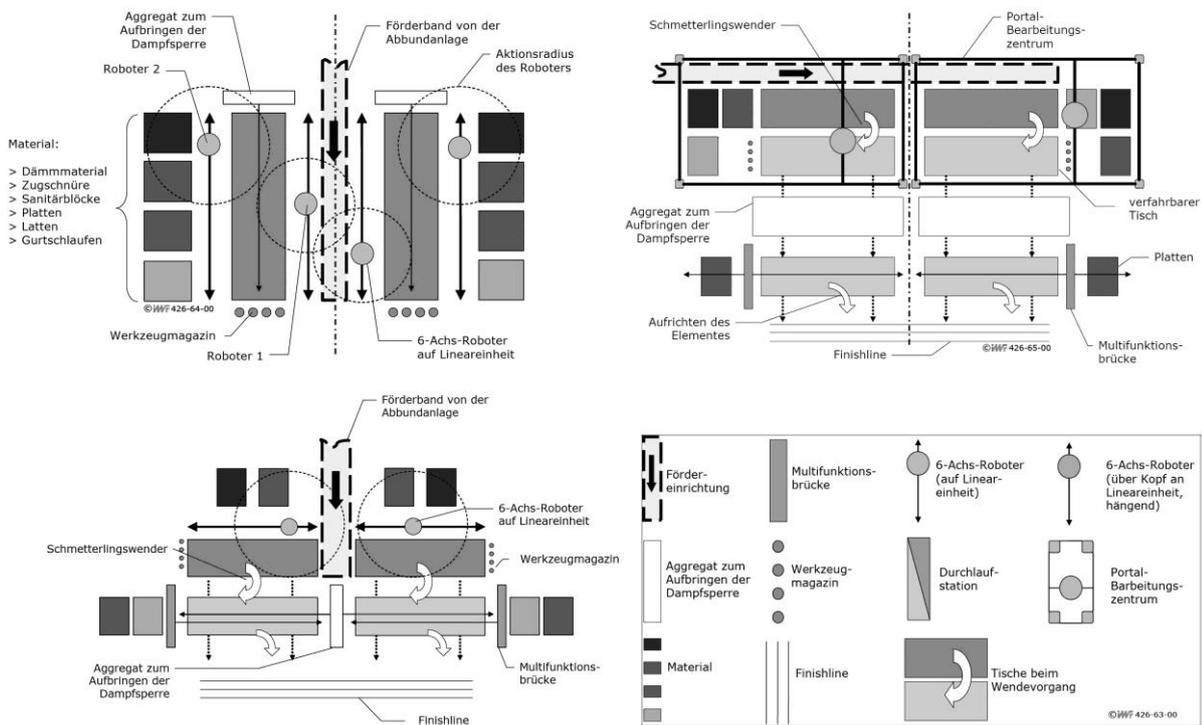


Bild 4.3 Konzepte für Anlagenkombinationen und Layoutvarianten ¹⁰⁰⁶

Die Industrialisierung des Holzbaus ist demnach in den Fertigungsanlagen flächendeckend ausgeprägt, konnte jedoch auf der Baustelle während der Montage bisher keinerlei Bedeutung erlangen. Die vorgefertigten Bauteile werden mit einer hohen Vorfertigungstiefe vor Ort aufgrund ihrer Größe und des Hebegewichtes mittels Hebe geräten in die Endposition gebracht, und dort manuell mittels Verbindungstechnik untereinander gefügt. Auf der Baustelle werden zwar strom- oder druckluftbetriebene Handwerkzeuge zur Einbringung unterschiedlicher Verbindungsmittel eingesetzt, allerdings kommen in den seltensten Fällen vollautomatische Nagel- oder Schraubautomaten zum Einsatz, da die individuelle Anschlusssituation ein flexibles Handeln erfordert. Es werden daher künftig technische Entwicklungen, welche in den produzierenden Unternehmen bereits Eingang gefunden haben, auch auf den Baustellen notwendig sein, um die Industrialisierung auf der Holzbau-Baustelle voranzutreiben und die Effizienz in den Montage zu erhöhen, um die Qualität zu steigern und menschliche Fehler zu vermeiden. Hierzu bedarf es Entwicklungen, welche vor allem in kleinformatischen werkzeugähnlichen Automatisierungsanlagen das maschinelle Bauen ¹⁰⁰⁷ mit Roboteranlagen und Greifwerkzeugen interaktiv

¹⁰⁰⁶ HESSELBACH, J. et al.: Ökologische Herstellung von Holzhäusern durch Entwicklung und Umsetzung automatisierter und fertigungsoptimierter Produktionsprozesse. Forschungsbericht – Schlussbericht Teilvorhaben 2 Verbundprojekt Innovativer Holzsystembau durch optimierte Fertigungs- und integrierte Planungsmethoden. S. 53-56

¹⁰⁰⁷ Vgl. HELMUS, M.; NISANCIOLU, S.; RANDEL, A.: Energie- und Ressourceneffizienz beim Betrieb von Baustellen – Die effiziente Baustelle. In: THIS – Fachmagazin für erfolgreiches Bauen, 2/2012. S.

mit dem Montagepersonal ermöglichen. Allerdings ist es hierzu erforderlich, dass nicht nur die holzbauspezifischen Komponenten systematisiert miteinander kombiniert werden, sondern auch die jeweiligen Anschlussbauteile, welche großteils anderen Toleranzen unterliegen, exakt hergestellt werden, um eine reibungsloses ineinander Arbeiten zu ermöglichen. Durch die Möglichkeit einer vollautomatisierten Ver- bzw. Entladetechnik könnte auch eine vollautomatische Montage von Moduleinheiten vergleichbar mit der Löschung von Containerschiffen erreicht werden.

4.1.5 Standardisierung, Rationalisierung, Vorfertigung und Modularität im Holzbau

Die Standardisierung von Komponenten und Bauteilen bildet die Grundvoraussetzung für eine weitreichende Vorfertigung. Der Holzbau hat aufgrund der unterschiedlich gestalteten Bauteile die Möglichkeit, durch eine Individualisierung in der Planung und unter Zuhilfenahme gleicher bzw. ähnlicher Komponenten Bauwerke zu errichten, welche automatisiert geplant und hergestellt werden können. Dies kann, entgegen der nach wie vor bestehenden Ansicht, dass vorgefertigte Bauteile automatisch Monotonie in der architektonischen Gestaltung von Bauwerken bedingen, erfolgen. Die Objekte können sich dennoch in der Architektur voneinander stark unterscheiden. Allerdings steigt der Aufwand in der Planung, Organisation und Produktion mit der Anzahl an Varianten und Details.¹⁰⁰⁸ Durch die Berücksichtigung gleichbleibender Anschlusssituationen, welche nicht nur die statisch-konstruktiven Aspekte (Verbindungstechnik), sondern auch die bauphysikalischen Gesichtspunkte in sich wiederholenden gleichartigen Detailkomponenten widerspiegeln, kann im Holzbau eine technische Standardisierung wie bspw. in der Automobilindustrie gelingen. Durch die Variationsmöglichkeit einiger weniger aber konsequent durchdachter und sich wiederholender Standard-Komponenten kann die Individualisierbarkeit an der Oberfläche (Gestaltung) erhalten werden, dabei jedoch die meist nicht sichtbare Detailausbildung standardisiert und sogar typisiert werden.

Die dafür erforderliche notwendige Planungstiefe ist eine Grundvoraussetzung für die Vorfertigung und bedarf eines konsequenten Entscheidungsprozesses bei sämtlichen Beteiligten und auf allen Ebenen. Nachträgliche korrigierende Maßnahmen haben im Rahmen der Vorfertigung erhebliche Auswirkungen, wobei stets der baubetriebliche Fokus den Grad der Vorfertigung bestimmen sollte. Der durch die Vorfertigung bestimmte präzisere Ablauf ermöglicht eine Qualitätsverbesserung, welche im Zuge einer witterungsunabhängigen Fertigung auch die Anzahl an Schnittstellen auf der Baustelle minimiert. Dennoch bedarf eine hohe Fertigungstiefe eine hinreichend exakte Betrachtung der Stöße einzelner Elemente auf der

¹⁰⁰⁸ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 142 ff

Baustelle, da die Auswirkungen bei nicht fachgerechter Umsetzung größer ist und die Zugänglichkeit im Nachhinein an diesen Stellen zumeist nicht gebesteht. Ebenso spielt das Thema der Toleranzen an diesen Anschlusspunkten eine wesentlich größere Bedeutung, als bei nicht vorgefertigten Bauteilen, welche auf der Baustelle einfacher anpassbar gestaltet sind.¹⁰⁰⁹

Die Tiefe der Vorfertigung ist gemäß nachfolgendem Schema abhängig vom gewählten Bausystem sowie von der Reife der Planung und den maschinellen Möglichkeiten des ausführenden (produzierenden) Unternehmens bestimmt. Hierzu steht in direktem Zusammenhang die Gestaltungsfreiheit bzw. Individualisierbarkeit, welche vom Grad der Vorfertigung abhängt und durch den Komplettierungsgrad im Werk vorbestimmt ist.

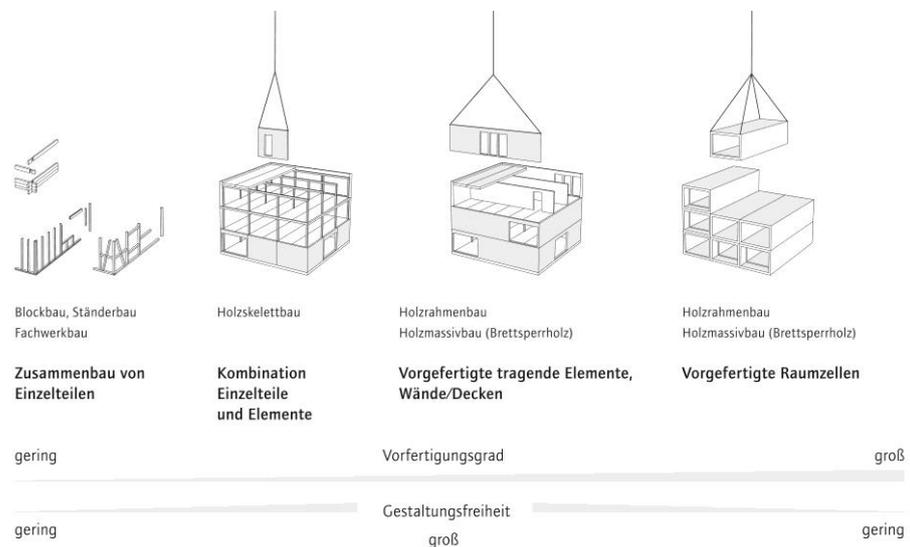


Bild 4.4 Systemstufen der Vorfertigung¹⁰¹⁰

Die Einteilung bzw. Gliederung der Fertigungsstufen im Holzbau hängt einerseits von den herzustellenden Bauteilen ab und andererseits von der Art der Fertigung. Im Falle der Herstellung von Elementen ist der Grad der Vorfertigung innerhalb eines einzelnen Elementes durch die Integration der einzelnen Komponenten definiert. Diese beginnt bei der Vorkonfektionierung eines Halbzeugs bzw. Einzelteiles und steigt mit der Integration weiterer Schichten bzw. Komponenten (Vgl. 3.4.6). Auf den Holzbau bezogen bedeutet dies gemäß Bild 4.5 bei der Herstellung von bspw. flächigen 2D-Elementen, dass zumindest ein stabförmiges Bauteil (Stufe 1) mit einem flächigen zugeschnittenen Element, zumeist in Form eines Plattenwerkstoffes, miteinander verbunden ist (Stufe 2). Diese unterste Stufe der

¹⁰⁰⁹ Vgl. LEJA, M. A.: Die Holzmischaubauweise – Grundsätze und Anforderungen zur Planung und Ausführung für einen baubetrieblich und bauwirtschaftlich optimalen Projektablauf. S. 56 ff

¹⁰¹⁰ SCHOBER, P.; ISOPP, A.: Die Logik der Vorfertigung – Eine Systemübersicht. In: zuschnitt – Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz, Nr. 50/13. Jahrgang/Juni 2013. S. 12

Vorfertigung im Rahmen der 2D-Elementbauweise kann mit der Einbringung des Dämmstoffes, mit der Aufbringung einer zweiten, zumeist aussteifenden Ebene in Form der Beplankung (Stufe 3), mit dem Einbau von Leerrohren und der Integration gebäudetechnische Komponenten sowie durch die Berücksichtigung von Fenster (Stufe 4) und Fassaden- und Ausbauelementen (Stufe 5) einen kontinuierlich zunehmenden Vorfertigungsgrad erreichen.¹⁰¹¹

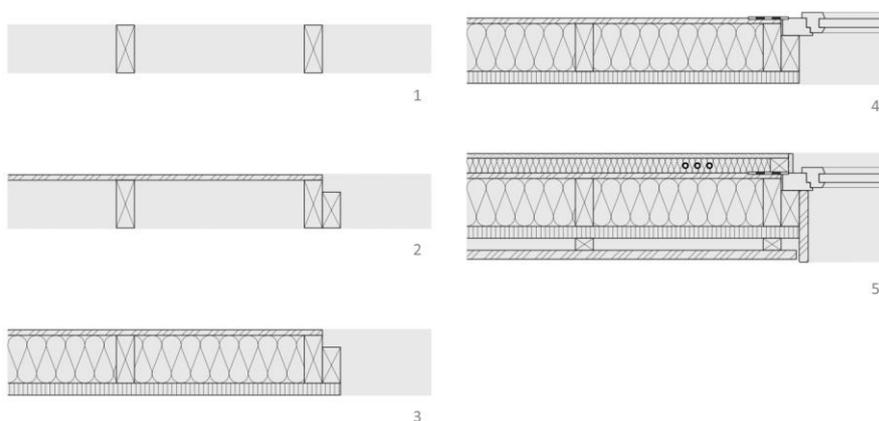


Bild 4.5 Stufen der Vorfertigung in der 2D-Elementbauweise mit Holzrahmenelementen ¹⁰¹²

Eine ähnliche Gliederung ist auch in der 3D-Modulbauweise möglich, wobei an dieser Stelle die Fügung der einzelnen 2D-Elemente im Rahmen der Vorfertigung erfolgt und demnach ein noch höherer Komplettierungsgrad erreicht werden kann.

Maßgeblich im Zusammenhang mit dem Grad der Vorfertigung im Holzbau sind Einflüsse auf den Transport und die Montage. Dabei sind im Zuge der Planung eine Konzeption des Transportes sowie eine Berücksichtigung der Montageumstände unausweichlich, um innerhalb der Planung auch eine holzbauadäquate Umsetzung auf der Baustelle zu gewährleisten. Durch großformatige vorgefertigte Wand- und Deckenelementen bzw. auch Raummodule werden oftmals überbreite bzw. überlange kostspielige Transporte notwendig, welche durch eine gezielte Planung und Elementierung im Vorfeld vermieden werden können. Andererseits ist es aber wieder notwendig, möglichst wenig Bauteile mit einer geringen Anzahl an Stoßfugen bspw. bei Bestandsumbauten zu berücksichtigen, um die Einflüsse und Fehlerquellen an den Fugen sowie die Störeinflüsse im laufenden Betrieb möglichst gering zu halten. Der organisatorische und finanzielle Aufwand für die Logistik im Holzbau steht somit in direktem Zusam-

¹⁰¹¹ SCHOBER, P.; ISOPP, A.: Die Logik der Vorfertigung – Eine Systemübersicht. In: zuschnitt – Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz, Nr. 50/13. Jahrgang/Juni 2013. S. 12

¹⁰¹² KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 45

menhang mit dem Grad an Vorfertigung und bedarf einer frühzeitigen Einbeziehung des Transportunternehmens bzw. der dafür Verantwortlichen und stellt auch einen erheblichen Kostenfaktor dar.¹⁰¹³

Produzierende Unternehmen fertigen im Rahmen von auftragspezifischen Einzelaufträgen Komponenten für Bausysteme, welche vor allem im Holzbau im Rahmen der Werksfertigung individuell geplant werden. Zur Erhöhung der Effizienz und Reduktion der Kosten ist eine Fertigung mit höherer Losgröße erforderlich, was allerdings eine geringere Individualisierbarkeit nach sich zieht. Demnach ist die differenzierte Variantenfertigung für den Holzbau anzustreben, welche einerseits flexibel auf den Kundenwunsch reagiert und andererseits die Vielfalt der vorhandenen Systeme beherrschbar macht. Zusätzlich besteht die Notwendigkeit, dass projektunabhängig Standardelemente und -komponenten für Details auftragsunabhängig (vor-)produziert werden, um eine rasche und flexible Produktionsgestaltung zu ermöglichen. In jedem Fall ist der Grundsatz der ausreichenden Ressourcen zur richtigen Zeit in der dafür notwendigen Qualität und Umfang eine Voraussetzung, welche in der Vorfertigung an oberster Stelle steht. Die Beschaffung muss dabei das Spektrum in den Varianten abdecken, um eine gleichmäßige Kapazitätsauslastung flexibel zu ermöglichen und dennoch eine kontinuierliche Werksfertigung effizient zu gestalten. Damit diese Rahmenbedingungen bestehen, muss einerseits die Komplexität in den Details reduziert sowie die Anzahl an Optionen den Möglichkeiten der Produktion angepasst werden, wobei der Grad der Vorfertigung in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle spielt.¹⁰¹⁴ Zusätzlich ist das Thema der Produktionsplanung und -steuerung als Teilprozess der Produktion für die operative Auftragsabwicklung auftragsbezogen sowie auch projektunabhängig im Bereich der Standardelemente speziell für den Holzbau zu entwickeln bzw. zu optimieren (Vgl. Produktionsprogrammplanung).¹⁰¹⁵

Der oftmals in Zusammenhang mit dem Grad der Vorfertigung auftretende Begriff der Modularisierung umfasst nicht nur flächige 2D-Elemente, sondern vor allem die 3D-Modulbauweise mit Raumzellen (Vgl. Kap. 3.4.6). Die Gestaltung von Modulen im Holzbau unterscheidet sich dabei unwesentlich von jener mit anderen Baustoffen, hat jedoch aufgrund der sich wiederholenden Produktionsabläufe im Holzbau Vorteile, welche in den vergangenen Jahren von produzierenden Unternehmen verstärkt genutzt werden. Diese Vorteile der Rasterung bei gleichbleibenden oder ähnlich gestalteten Grundrissen können im Holzbau durch die vollautomatisierten

¹⁰¹³ Vgl. REBOSIO, L.; REBUCCI, M.: Investigation on construction management aspects and processes for industrial timber buildings – considerations and comparison with concrete through a case study. S. 97 ff

¹⁰¹⁴ Vgl. ELIASSON, L.: Components at the right time with right properties and in the exact amount. The future's timber house prefabricators demand; Just In Time!. In: Tagungsband 1. International Holzbau-Forum Nordic (IHN 12) – Växjö. S. 3 ff

¹⁰¹⁵ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 547 ff

Fertigungs- und Abbundanlagen genutzt werden, da die Vorkonfektionierung von Halbfertigteilen ähnlich wie in der 2D-Elementbauweise erfolgt, jedoch daran anschließend in der witterungsunabhängigen Produktionsstätte eine weitere Fügung der Bauteile vorgenommen wird. Diese erlaubt wiederum unterschiedliche Verfertigungsgrade und kann bis zur schlüsselfertigen Erstellung von möblierten und endgereinigten Raumeinheiten reichen.^{1016, 1017}

Im Zuge der Modularisierung von Bauwerken stellt sich jedoch wiederum die Frage nach der Transportierbarkeit bzw. nach der Wirtschaftlichkeit dessen, da die Transportgröße einzelner Module über die Wirtschaftlichkeit des eingesetzten Systems entscheidet.¹⁰¹⁸ Dennoch bildet die Modularisierung im Holzbau eine Variante mit hoher Vorfertigungstiefe und großem Komplettierungsgrad ab, stellt aber gleichzeitig in der Produktion derartiger Raumzellen hohe Anforderungen an das ausführende (produzierende) Holzbauunternehmen sowie die in die Produktion eingebundenen weiteren Gewerke. Die dafür erforderliche Logistik, Fertigungsplanung sowie das Planungskonzept des Gesamtbauwerkes bedarf kontinuierlicher und frühzeitig tiefgreifender Entscheidungsprozesse, da die Festlegungen für die Ausstattung bzw. die Ausbaugewerke bereits zum Zeitpunkt der Planung des Rohbaus unwiderruflich zu tätigen sind. Hierbei ist der Zugang im Sinne von Lean Construction von Vorteil, da dieser in vollem Umfang diese frühzeitige Prozessorientierung berücksichtigt.¹⁰¹⁹

¹⁰¹⁶ Vgl. WILDEMANN, H.: Die modulare Fabrik – Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung. S. 1ff

¹⁰¹⁷ Vgl. WILDEMANN, H.: Modularisierung in Organisation, Produkten, Produktion und Service. S. 1 ff

¹⁰¹⁸ Vgl. GRUNDKE, M.; WILDEMANN, H.: Modularisierung im Hausbau – Konzepte, Marktpotenziale, Wirtschaftlichkeit. S. 1 ff

¹⁰¹⁹ Vgl. LENNARTSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing – A Lean Approach to Develop Building Service Systems. S. 1 ff

4.2 Ausgangslage im Holzbau

Die Entwicklung des Holzbaus zeigt sich seit Jahren positiv, der Anteil am gesamten Baugeschehen ist sowohl in Europa, als auch weltweit tendenziell steigend.¹⁰²⁰ Die technischen Produktentwicklungen in den Unternehmen und Forschungseinheiten treiben dieses Wachstum gemeinsam mit Visionen der Unternehmen kontinuierlich voran, was einerseits eine Anteilsteigerung auf den traditionellen Märkten bedeutet, andererseits aber auch die Exportquote vor allem von produzierenden Unternehmen markant steigen lässt.

Dabei werden die Bauvorhaben im Holzbau größer und komplexer in der Umsetzung.¹⁰²¹ Die beteiligten ausführenden Holzbauunternehmen und zugehörigen Fachdisziplinen entwickeln sich stetig aus einem Nischenbereich heraus, hin zu Global Playern im Bauwesen.¹⁰²² Der Holzbau prosperiert demnach von einem bisher eher in Randbereichen für untergeordnete Zwecke eingesetzten Baustoff hin zu einem Gesamtanbieter, welcher große Volumina in kurzer Zeit präzise und mit hoher Qualität und dem Aspekt der Nachhaltigkeit erlaubt. Diese Ausgangslage des Holzbaus bietet den Unternehmen derzeit große Möglichkeiten und Chancen, Markt- und Kompetenzerweiterungen zu erreichen, gleichzeitig aber auch Risiken aufgrund großer Komplexität und Unerfahrenheit in neuen Märkten und Segmenten.

In diesem Kapitel werden daher die Organisationsstrukturen des Holzbaus bzw. dessen Vertreter mit seinen Unternehmenslandschaften als Ausgangspunkt vor allem in Mitteleuropa dargestellt. Die Geschäftsmodelle und Vertriebssysteme in den Unternehmen sowie die Supportprozesse, Qualifikations- und Anreizsysteme der Interessensvertreter im Holzbau bilden dabei die Grundlage für die Kernmärkte ebenso wie die laufend hinzu kommenden neuen Absatzgebiete. Hierzu ist auch das Themenfeld des sich stark entwickelnden Industriellen Holzbaus zu zählen. Der Holzbau an sich weist vor allem in Mitteleuropa, aber auch tendenziell in den übrigen westlichen Industrienationen aufgrund seiner kontinuierlichen Wachstumsraten einen mittlerweile signifikanten Anteil am Baugeschehen auf. Dies zeigen zahlreiche Untersuchungen, welche auch die Wirtschaftlichkeit des Holzbaus in seiner Gesamtheit positiv beeinflussen und damit die Basis für die bauwirtschaftliche Betrachtung der Prozessstrukturen und -entwicklungen bilden.

¹⁰²⁰ Vgl. KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 7

¹⁰²¹ Vgl. RHOMBERG, H.: Bauen 4.0 – Vom Ego- zum Lego-Prinzip. S. 1 ff

¹⁰²² Vgl. BEYER, G. et al.: Tackle Climate Change: Use Wood. S. 1 ff

4.2.1 Organisationsstrukturen im Holzbau

Der Holzbau weist aufgrund seiner langen Tradition im Handwerk eine vielschichtige Struktur sowohl in den Unternehmen als auch in den Standesvertretungen auf. Die Tätigkeit des Zimmerers hat eine lange Tradition und konnte im Laufe der Jahrhunderte in der Gesellschaft durch seine Handwerkskunst eine bedeutende und angesehene Position einnehmen. Die über Jahrzehnte hinweg handwerklich geprägten zumeist kleinstrukturierten und regional verankerten Unternehmen waren Arbeitgeber und Standesvertreter zugleich. Die Zunft der Zimmerer konnte sich seit den Entwicklungen der ersten Holzbauten bzw. -konstruktionen bis ins 19. Jahrhundert als ständische Körperschaften von Handwerkern durchsetzen, welche die Wahrung der gemeinsamen Interessen im Fokus hatten.¹⁰²³ Mit der Industrialisierung der Produktionen und Professionalisierung der Prozesse wurde das Handwerk im 19. Jahrhundert teilweise zurückgedrängt und diese Standesvertretungen konnten die ursprünglichen Aufgaben lediglich bedingt erfüllen. Zusätzlich gingen die Anteile des Holzbaus am Baugeschehen zu dieser Zeit aufgrund der technisch rasanten Entwicklungen und der neu etablierten Baustoffe Eisen und später Beton stark zurück. Daher wurde bspw. in Deutschland im Jahr 1903 die Gründung eines Bundes Deutscher Zimmermeister (BDZ) forciert, um die standesrechtlichen und politischen Fragen der damaligen Zeit speziell für den Baustoff Holz gemeinschaftlich in einer Dachorganisation beantworten zu können.¹⁰²⁴

Seit damals vertritt der Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes, mittlerweile unter der Bezeichnung Holzbau Deutschland, die Gemeinschaft der Holzbauunternehmen auf Basis einer Verbandsstruktur. Diese Interessensvertretung auf Innungs-, Landes- und Bundesebene gegenüber den unterschiedlichen Ebenen der Politik und den Sozialpartnern wirkt auch in bautechnischen Gremien und Kommissionen, der nationalen und europäischen Normung sowie auch auf übergeordneter europäischer Ebene als branchenspezifische Interessenvertretung für den Holzbau im Dachverband Timber Construction Europe mit. Zugleich werden die Themen Aus- und Weiterbildung, Marketing, Image- und Nachwuchsförderung neben baustoffspezifischen technischen Themen auf Unternehmens- und betriebswirtschaftlicher Ebene für die Mitglieder vorangetrieben.¹⁰²⁵ Neben diesen offiziellen Vertretern auf Bundes- und Landesebene finden sich deutschlandweit zahlreiche Verbände, Institutionen und Organisationen, welche das Thema Holz im Bauwesen in unterschiedlicher Form bearbeiten und eine weitere Verbreitung dessen zum Ziel haben.

¹⁰²³ Vgl. ROTH, K.: Handwerk in Mittel- und Südosteuropa. S. 6 ff

¹⁰²⁴ Vgl. RUG, W.: 100 Jahre Holzbauentwicklung. In: 100 Jahre Holzbau in Vergangenheit und Gegenwart. S. 1

¹⁰²⁵ Vgl. http://www.holzbau-deutschland.de/holzbau_deutschland/ziele_und_aufgaben/. Datum des Zugriffs: 27. Jänner. 2018

Im Vergleich dazu bildet in Österreich die Berufsvertretung der Zimmermeister bzw. Holzbauer die Bundesinnung Holzbau der Bundessparte Gewerbe und Handwerk der Wirtschaftskammer Österreich. Diese wurde im Jahr 1839 als österreichischer Gewerbeverein in Form der Handelskammer gegründet, um eine Wirtschaftsinteressenvertretung für seine Mitglieder ähnlich wie die Zünfte zu manifestieren. Die Revolutionsjahre, der Zerfall der Monarchie sowie die beiden Weltkriege und die dabei auftretenden wirtschaftlichen und sozialen Krisen prägten die Kammerstruktur bis in die Nachkriegszeit als sehr volatilen Verband. Mit dem Wirtschaftsaufschwung in den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts und der aufkommenden erstarkenden Sozialpartnerschaft bekam die mittlerweile in Wirtschaftskammer umbezeichnete Handelskammer sowohl vermehrt politischen als auch gesellschaftlichen Einfluss. Die Interessenvertretung gegenüber der Politik und der Öffentlichkeit ist ähnlich wie in Deutschland auf partnerschaftlicher Basis mit gewählten Funktionären aufgebaut. Dabei wird der Holzbau der Sparte Gewerbe und Handwerk zugeordnet. Die auf Landes- und Bundesebene organisierte Wirtschaftskammer, welche auf Landesebene als Fachgruppe und auf Bundesebene als Fachverband auftritt, nimmt als Fachvertretung des Holzbau-Gewerbes in Form der Bezeichnung Bundes- bzw. Landesinnung als offizieller Vertreter die Aufgabe der Standesvertretung wahr. Als Vertreter der produzierenden Industrieunternehmen des Holzbaus tritt der Fachverband der Holzindustrie Österreichs auf Bundesebene und die Fachgruppe der Holzindustrie auf Landesebene als offizieller Interessensverband in den Vordergrund. Demnach sind die Bundes- und neun Landesinnungen als öffentliche Vertreter der Gewerbe- und Handwerksbetriebe des Zimmerergewerbes bzw. Holzbaus in Österreich zu verstehen, der Fachverband bzw. die neun Fachgruppen als offizielle Interessensvertreter der österreichischen Holzbau-, Möbel-, Platten-, Säge-, Ski- und weiterer Holzverarbeitenden Industrien. Die Bundessparte Holzbau umfasst neben der ständigen Vertretung in der Wirtschaftskammer auch den Verein Holzbau Austria als offiziellen obersten Verband der ausführenden Gewerbe- und Handwerksbetriebe als Teilorganisation der Bundesinnung Holzbau und agiert als Informationsdreh-scheibe im Auftrag der österreichischen Holzbauunternehmen.

Um die gesamte Wertschöpfungskette Holz in Österreich abzubilden und gemeinschaftlich die Interessen im Sinne der Rohstoffverarbeitung zu bündeln, wurde im Jahr 2006 die Kooperationsplattform Forst Holz Papier (FHP) gegründet. In dieser sind einerseits die österreichische Landwirtschaftskammer, die Land- und Forst-Betriebe Österreichs, die Waldverbände, der Fachverband der Holzindustrie, die Austropapier als Vereinigung der österreichischen Papierindustrie und der Fachverband der Papierindustrie unter einer Plattform vereint, um gemeinsam die Ziele und

Interessen der Forstwirtschaft, Holzindustrie sowie der Papier- und Zellstoffindustrie gegenüber der Politik und Öffentlichkeit zu vertreten.¹⁰²⁶

Neben den offiziell staatlich organisierten Vertretern treten zahlreiche privatrechtliche organisierte Verbände, Vereine und Institutionen auf Bundes- und Landesebene, aber auch auf regionaler Ebene für die Interessen des Holzbaus, dessen Professionalisierung und Verbreitung auf. Hierbei ist vor allem die Marketingplattform proHolz Austria mit den Unterorganisationen auf Bundesländerebene (proHolz Steiermark, proHolz Kärnten, proHolz Tirol, proHolz Salzburg, proHolz Oberösterreich, proHolz Niederösterreich und proHolz Burgenland), sowie auch im angrenzenden Süd- und Südosteuropa (promo_legno) tätig. Daneben entwickeln die zumeist als eigene Unternehmen geführten oder an andere Organisationen rechtlich angehängten Holzcluster eher projekt- und unternehmensspezifisch gemeinsam mit Unternehmensvertretern und Forschungseinrichtungen, wie bspw. der Holzforschung Austria (HFA), der holz.bau forschung gmbH (hbf) udgl. holzbauliche Themen weiter. Hierunter ist der Holzcluster Steiermark, der Holzcluster Tirol, der Möbel- und Holzbaucorpus Oberösterreich, der Holzcluster Salzburg und der Holzcluster Niederösterreich zu nennen. Ebenso wirken weitere Unternehmen, Vereine bzw. Institutionen, wie bspw. die Vorarlberger Holzbaukunst, das Holzinnovationszentrum sowie diverse Verbände, wie der Biomasseverband, der Verein österreichischer Fensterkantelerzeuger, der Verband der europäischen Hobelindustrie sowie die Verbände der Parkett- und Möbelindustrie unisono für eine weitere Verbreitung des Baustoffes Holz im Bauwesen. Daneben ist als Interessensvertretung der Unternehmen des Ingenieurholzbaus bzw. Holzleimbbaus in Form des österreichischen Ingenieurholzbauverbandes IHBV (vormals Holzleimbauverband) genauso zu nennen, wie der österreichische Fertighausverband (ÖFV) als Qualitätsgemeinschaft der Fertighausindustrie Österreichs.

Ergänzend zu den Interessensvertretungen stehen vor allem zahlreiche holzbauspezifische Aus- und Weiterbildungsstätten österreichweit auf allen Ebenen und Bildungsstufen dem Baustoff Holz positiv gegenüber und stellen fokussiert ihr Ausbildungsangebot zum Thema Holz und Holzbau zu Verfügung. Hierbei sind beginnend neben speziellen Kindergärten und Volksschulen mit holzbaulichem Schwerpunkt die einschlägigen Höheren Technischen Lehranstalten (HTL) und Fachschulen ebenso anzuführen, wie die stark bzw. teils ausschließlich auf den Holzbau bezugnehmenden Fachhochschulen und Universitäten mit Schwerpunktausbildungen zum Thema Holzverarbeitung und Holzbau. Vor allem die Universitäten TU Graz, TU Wien, Universität Innsbruck und Universität für Bodenkultur (BOKU) bieten holzbauliche Schwerpunktausbildungen und -institute im Bereich des Bauingenieurwesens, Architektur und Kulturtechnik an. Da-

¹⁰²⁶ Vgl. <https://www.forstholtzpapier.at/index.php/wertschoepfungsketteholz/mitglieder-fhp>. Datum des Zugriffs: 27. Jänner. 2018

neben wird eine auf den Holzbau ausgerichtete Ausbildung am Holztechnikum Kuchl sowie in Form eines Lehrganges an der Kunstuniversität Linz angeboten. Ergänzend dazu finden zahlreiche Aus- und Weiterbildungen zum Holzbau regional und österreichweit auf allen Bildungsstufen in den HTLs, Bauakademien, aber auch Privatuniversitäten und Fachhochschulstandorten sowie öffentlichen und regionalen Bildungsträgern statt.

Vergleichend dazu steht auch in der Schweiz der Zimmermann seit jeher als angesehener Handwerksberuf im Zentrum einer zuverlässigen baulichen Umsetzung und bildet ähnlich wie in Österreich und Deutschland eine breite und anerkannte Berufsgruppe ab. In der Schweiz konnte sich allerdings in den letzten Jahrzehnten der Holzbauingenieur vermehrt als Gesamtleister in der Planung, aber auch Ausführung durchsetzen, welcher sowohl in seiner Ausbildung als auch in seinem Berufsbild den Holzbau in den Mittelpunkt stellt. Diese Tendenz ist sowohl in den offiziellen Standesvertretungen der Schweiz, wie bspw. Lignum Holzwirtschaft Schweiz, Holzbau Schweiz, der Holzindustrie Schweiz (HIS), sowie der Fachgruppe Leimholz (vormals Schweizerische Fachgemeinschaft Holzleimbau SFH) vermehrt als Berufsbild mit starkem Fokus zum Holzbau zu erkennen, sowie auch im offiziellen Verband der Holzingenieure Swiss Timber Engineers (STE).

Auf europäischer Ebene wurden unter dem Dachverband Timber Construction Europe (TCE) die Mitgliederverbände in Österreich, Deutschland, der Schweiz, Italien und Luxemburg vereint, um die gemeinsamen Ziele und Interessen europaweit zu vertreten. Hierdurch sollen vor allem die Einflüsse der europäischen Normung auf den Holzbau sowie die Interessensvertretung in Brüssel im Sinne der Mitgliedsverbände gewahrt werden.¹⁰²⁷

Daneben findet sich auf europäischer Ebene die Dachorganisation CEI-BOIS als Confederation of the woodworking industries, welche bereits seit dem Jahr 1952 als non-profit-Organisation 18 nationale Verbände unter einem Dach vereint und in Brüssel eine gesamtheitliche europäische Strategie und Interessensvertretung des Roh- und Baustoffes Holz vorantreibt.¹⁰²⁸

Neben den angeführten offiziellen Organisationen und Standesvertretungen treten zahlreiche nationale und internationale Institutionen länderspezifisch, regional aber auch global für den Holzbau ein und versuchen einerseits die Breitenwirkung für den Baustoff zu erhöhen und andererseits die Rahmenbedingungen sowie dessen Position im Bereich der Nachhaltigkeit zu verbessern. Ausgehend von der europäischen historisch bereits langfristig verankerten Holzbauindustrie tritt der Baustoff mittlerweile aufgrund technischer Produktentwicklungen, aber auch der globalen Tendenz der Exporterweiterung entsprechend bereits in Ländern mit wenig

¹⁰²⁷ Vgl. <https://www.timber-construction.eu/>. Datum des Zugriffs: 27. Jänner.2018

¹⁰²⁸ Vgl. <https://www.cei-bois.org/>. Datum des Zugriffs: 27. Jänner.2018

bis gar keiner holzbaulichen Vergangenheit auf. Diese Tendenz geht auch auf die Unternehmenslandschaft und -struktur in (Mittel-)Europa zurück, was sich in den positiven Entwicklungen selbiger in den vergangenen Jahrzehnten zeigt.

4.2.2 Unternehmenslandschaft im Holzbau

Die Betrachtung der Unternehmenslandschaft in Österreich mit Bezug zum Holzbau zeigt, dass zwischen dem Jahr 2010 und 2016 die Anzahl an Unternehmen im Bereich Holzbau (ausführendes Gewerbe) um 11,4 % zugenommen hat und im Jahr 2016 in Österreich 2.268 Unternehmen im Holzbau tätig waren, wobei mehr als 60 % davon als Holzbau-Meister ohne Einschränkung des Gewerbes einzustufen sind. Die Neugründungsquote lag im Jahr 2016 bei 3,4 %, was dem langjährigen Durchschnitt, mit Ausnahme des Jahres 2010 mit einer Quote von 5,3 %, entspricht.

Von den 2.268 Unternehmen haben lediglich 945 auch Beschäftigte in Form von Arbeitern, Angestellten oder Lehrlingen, wobei diese Unternehmen österreichweit 10.613 Beschäftigte aufweisen, was einem Durchschnittswert von 11,2 unselbstständigen Beschäftigten je Unternehmen entspricht.¹⁰²⁹

Die Aufteilung in Arbeiter, Angestellte und Lehrlinge bzw. Männer und Frauen kann dem nachfolgenden Bild entnommen werden.

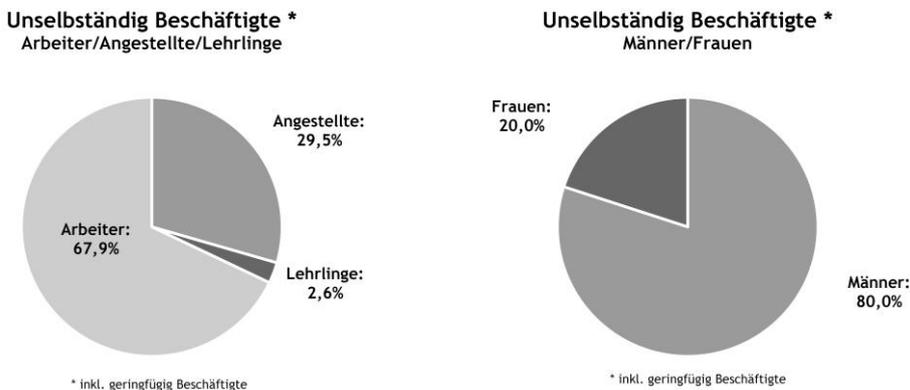


Bild 4.6 Verteilung Beschäftigte – WKO Beschäftigtenstatistik Österreich ¹⁰³⁰

Die Verteilung der Unternehmen ihrer Größe nach gemäß der KMU-Festlegung der europäischen Kommission im Jahr 2005 ¹⁰³¹ zeigt sich im nachfolgenden Bild 4.7.

¹⁰²⁹ Vgl. WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH : WKO Statistik Österreich – Holzbau: Branchendaten. Stabsabteilung Statistik. S. 9-12

¹⁰³⁰ WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH : WKO Statistik Österreich – Holzbau: Branchendaten. Stabsabteilung Statistik. S. 13

¹⁰³¹ Vgl. <http://www.kmuforschung.ac.at/index.php/de/kmu-definition>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner .2018

Unternehmen nach Unternehmensgrößenklassen

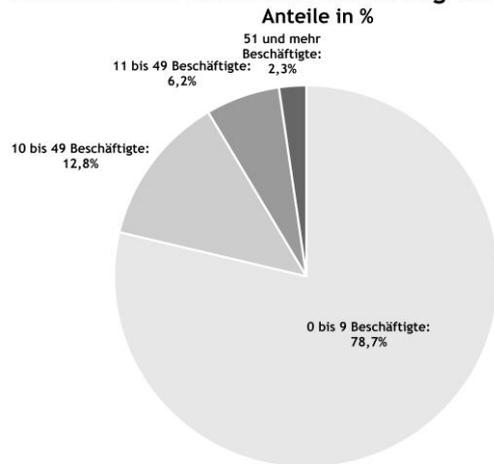


Bild 4.7 Verteilung Beschäftigte auf Unternehmensgröße – WKO Beschäftigtenstatistik Österreich ¹⁰³²

Dabei wird erkennbar, dass die Holzbauunternehmen in Österreich aufgrund ihrer historischen Entwicklung bzw. Zugehörigkeit zum Handwerksbereich zum größten Teil als Kleinunternehmen mit maximal neun Mitarbeitern einzustufen sind. Demnach haben 1315 aller österreichischen Holzbauunternehmen zwischen 0 und 9 Beschäftigte, was einem Anteil von mehr als 86 % entspricht. 200 Unternehmen, also rund 13 %, beschäftigen bis max. 49 Personen und ein zu vernachlässigender Prozentsatz an Unternehmen hat mehr als 50 Mitarbeiter. Bei Betrachtung der Zuordnung der Anzahl der unselbständig Beschäftigten zu den Unternehmensgrößen zeigt sich, dass 2.097 Mitarbeiter in Unternehmen mit max. 9 Mitarbeitern tätig sind, was einem Anteil von rund 28 % entspricht. Demgegenüber sind 3.859 Beschäftigte in Unternehmen mit max. 49 Mitarbeitern in Kleinunternehmen gemäß der KMU-Definition tätig, was rund 51 % entspricht. In größeren Unternehmen ist wiederum ein verschwindend geringer Anteil an Beschäftigten tätig.¹⁰³³

Die Umsatzerlöse im Jahr 2015 betragen 1,544 Mrd. €, wobei die Aufteilung in Kleinunternehmen mit weniger als 9 Mitarbeitern 305 Mio € und in jene mit weniger als 50 Beschäftigten 849 Mio € ergibt, was einer gesamten Wertschöpfung im Holzbau in Österreich von 594 Mio € entspricht. Demgegenüber stehen die Investitionen der anlagenintensiven Holzbaubranche mit 44 Mio € im Jahr 2015, wobei auffällig ist, dass vor allem die

¹⁰³² WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH : WKO Statistik Österreich – Holzbau: Branchendaten. Stabsabteilung Statistik. S. 16

¹⁰³³ Vgl. WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH : WKO Statistik Österreich – Holzbau: Branchendaten. Stabsabteilung Statistik. S. 16, 17

Unternehmen bis 50 Mitarbeitern mit 28 Mio € eine weitaus höhere Investitionsquote mit 3,3 %, bezogen auf die Umsatzerlöse aufweisen, als dies bei den Kleinstunternehmen mit 1,7 % der Fall ist.¹⁰³⁴

Aufgrund der Aufteilung des österreichischen Holzbaus bzw. der Holzindustrie in Gewerbe und Industrie ist der Anteil der im Fachverband der Holzindustrie organisierten Unternehmen wesentlich. In 1.286 Unternehmen mit 24.946 Beschäftigten wird ein Produktionswert von 7,443 Mrd. € im Jahr 2016 erreicht. Von dieser großen Anzahl an Unternehmen sind rund 81 % Sägewerksbetriebe, wobei diese größtenteils in Form von KMUs auftreten. Ebenso ein Teil der Holzindustrie ist die Möbel- und Plattenindustrie, die Fensterindustrie sowie traditionsbedingt in Österreich die Skiindustrie. Die Anzahl an Unternehmen, welche somit dem Baubereich direkt zuzuordnen sind, ist zwar gering, jedoch weisen diese aufgrund der industriell organisierten Produktion einen weitaus höheren Beschäftigtenstand auf, als dies im ausführenden Bereich der Fall ist.¹⁰³⁵ Mit 14 Unternehmen, welche im Ingenieurholzbau (Leimholzindustrie) tätig sind, und weiteren 12 Unternehmen, welche dem Bereich der Holzhaus- und Hallenbauindustrie zuzuordnen sind, werden jene Halbfertigprodukte und Fertigteile hergestellt, welche zumeist durch die ausführenden Unternehmen des Gewerbes weiterverarbeitet werden. Eine exakte Aussage zu den Produktionswerten, Umsatzerlösen und Beschäftigten zu den Unterbereichen der Ingenieurholzbau und Holzhausbauindustrie ist aufgrund fehlender Zahlenkennwerte nicht umfassend möglich.¹⁰³⁶

Im Vergleich zu Österreich steigerte sich in Deutschland die Anzahl der Zimmerei- und Ingenieurholzbaubetriebe im selben Zeitraum zwischen dem Jahr 2010 und 2016 lediglich um 5,8 % auf 11.393 Unternehmen im Jahr 2016. Zugleich stieg im selben Zeitraum die Anzahl der Beschäftigten um 13,8 % auf 65.776 Mitarbeitern. Die durchschnittliche Anzahl an Beschäftigten je Zimmereibetrieb lag somit in Deutschland im Jahr 2016 bei 5,8 Personen, was dem langjährigen Durchschnitt entspricht. Ähnlich wie in Österreich stellt sich auch die Verteilung der Beschäftigten im Holzbau auf die Unternehmensgrößen dar. Dabei zeigt sich, dass mehr als 57 % der Unternehmen weniger als 4 Mitarbeiter hat, und weitere 26 % bis max. 9 Beschäftigte aufweisen.¹⁰³⁷

¹⁰³⁴ Vgl. WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH : WKO Statistik Österreich – Holzbau: Branchendaten. Stabsabteilung Statistik. S. 19, 20

¹⁰³⁵ Vgl. FACHVERBAND DER HOLZINDUSTRIE ÖSTERREICHS: Auf Holz klopfen – Solides Wachstum mit guten Perspektiven für das Jahr 2017. Branchenbericht. S. 20

¹⁰³⁶ Vgl. WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH: WKO Statistik Österreich – Holzindustrie: Branchendaten. Stabsabteilung Statistik. S. 11

¹⁰³⁷ Vgl. HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Statistiken 2017 (zu Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau). Statistik. S.

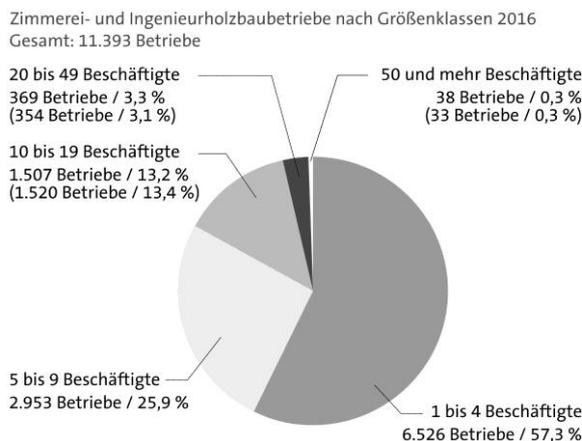


Bild 4.8 Verteilung Beschäftigte – Beschäftigtenstatistik Deutschland ¹⁰³⁸

Lediglich 16 % der Unternehmen beschäftigen bis max. 50 Mitarbeiter, der Prozentsatz an größeren Unternehmen ist ähnlich wie in Österreich verschwindend gering.

Bei Betrachtung der Umsätze der deutschen Holzbauunternehmen wurde im Jahr 2015 im Holzbau ein Gesamtumsatz von 6,37 Mrd. € erwirtschaftet. Die Hochrechnung für das Jahr 2016 ergab durch den konjunkturellen Aufschwung eine Steigerung des Umsatzes um 6,5 % auf 6,784 Mrd. € und die Prognose für das Jahr 2017 weitere 5 % Umsatzzuwachs auf prognostizierte 7,123 Mrd. € Umsatz. ¹⁰³⁹

Wie in Österreich und Deutschland stieg auch in der Schweiz die Anzahl an Holzbauunternehmen zwischen dem Jahr 2001 und 2014 um rund 27 % auf 2.561 Unternehmen, welche im Jahr 2014 in Summe 18.911 Beschäftigte aufwiesen. Die Anzahl der Beschäftigten stieg in der Schweiz ebenso wie die Anzahl der Unternehmen seit dem Jahr 2011 um rund 20 %. ¹⁰⁴⁰

Der Bau- und Rohstoff Holz stellt aber nicht nur einen wesentlichen Faktor für Unternehmen des ausführenden Holzbaubereiches dar, sondern bildet auch die Lebensgrundlage für zahlreiche weitere Wirtschaftsbereiche. Demnach zeigt das nachfolgende Bild 4.9 die Aufteilung der in Österreich Beschäftigten auf die Bereiche Forst, Holz- und Papierindustrie, Tischlerei und Holzhandel im Jahr 2010.

¹⁰³⁸ HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Statistiken 2017 (zu Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau). Statistik. S. 4

¹⁰³⁹ Vgl. HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau. Statistik | Lagebericht. S. 1

¹⁰⁴⁰ Vgl. HOLZBAU SCHWEIZ: Jahresbericht 2016/2017. Bericht. S. 24, 25



*) Personen, die ganz oder teilweise ihr Einkommen aus der Waldbewirtschaftung erzielen.
(Waldeigentümer, Angestellte, Arbeiter, öffentlicher Dienst etc.)
)*) 2010, selbstständige und unselbstständige

Bild 4.9 Verteilung Beschäftigte in Wertschöpfungskette Holz in Österreich gemäß FHP ¹⁰⁴¹

Der Holzbau erreicht dabei mit den ausführenden Unternehmen im Bauwesen lediglich einen Anteil von 3,9 % am Gesamtvolumen aller Beschäftigten in Österreich entlang der Wertschöpfungskette Holz. Hinzuzurechnen zu den ausführenden Unternehmen ist der für den Holzbau wesentliche Bereich der Holzindustrie, welche durch die Herstellung von Holzprodukten und Halbfertigteilen maßgeblichen Einfluss auf die ausführenden Unternehmen aufweisen.

Die Außenhandelsbilanz Österreichs zum Thema Holz zeigt gemäß Bild 4.10, dass im Jahr 2015 die Exportquote von 9,46 Mrd. € die Importquote von 5,61 Mrd. € mit einem Überschuss von 3,85 Mrd. € entlang der gesamten Wertschöpfungskette Holz weit überragte.

¹⁰⁴¹ <https://www.forstholzpapier.at/index.php/halbjahresberichte/daten-fakten>. Datum des Zugriffs: 27. Jänner.2018

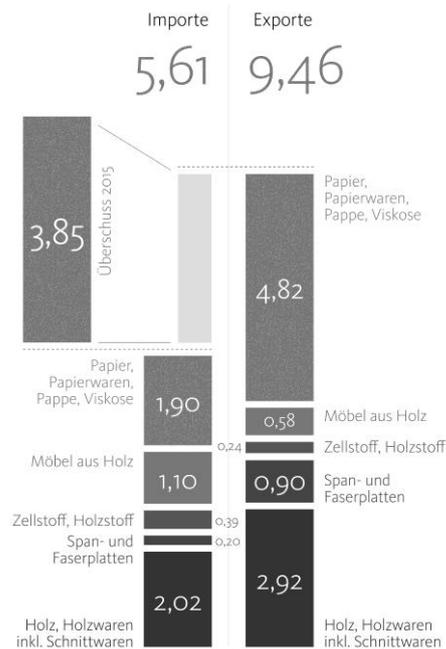


Bild 4.10 Handelsbilanz Wertschöpfungskette Holz in Österreich gemäß FHP ¹⁰⁴²

Ein Großteil dieses Überschusses entfällt auf den Bereich Papier, allerdings zeigt auch der Bereich Holz und Holzwaren einen erheblich höheren Anteil an Export als jener des Importes. An dieser Stelle ist sowohl der Bereich Schnittholz, aber vor allem der Baubereich mit den weiterverarbeiteten Produkten wie Brettschichtholz, Brettsperrholz, Konstruktionsvollholz udgl. als maßgebliches Exportprodukt der österreichischen Holzwirtschaft zu verstehen.

Die Wertschöpfungskette Holz weist in Österreich über 172.000 Unternehmen mit rund 300.000 Beschäftigten auf. Der Produktionswert der Holzindustrie beträgt somit jährlich rund 12 Mrd. €, was rund 4 % des Bruttoinlandsproduktes (BIP) entspricht. Demgegenüber steht das Thema der Rohstoffsicherheit und der Rohstoffversorgung.

Die Entwicklung der Waldfläche in Österreich zeigt, dass seit den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts die Waldfläche in Österreich stark zugenommen hat (Bild 4.11).¹⁰⁴³

¹⁰⁴² FHP FORST HOLZ PAPIER: Leistungsbericht Wertschöpfungskette Holz. Bericht. S. 20

¹⁰⁴³ Vgl. FHP FORST HOLZ PAPIER: Leistungsbericht Wertschöpfungskette Holz. Bericht. S. 18

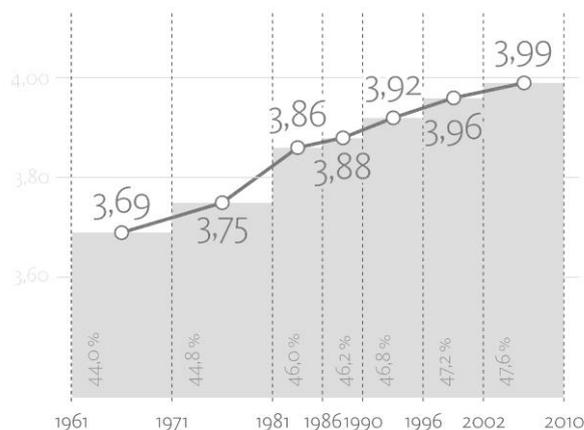


Bild 4.11 Entwicklung der Waldfläche in Österreich ¹⁰⁴⁴

Der Flächenzuwachs betrug im Vergleichszeitraum von 49 Jahren rund 300.000 ha. Dies bedeutet, dass, obwohl der Holzbauanteil stetig zunimmt, mehr Unternehmen mit mehr Beschäftigten den Werkstoff verstärkt verarbeiten. Der Holzeinschlag stieg innerhalb von 13 Jahren um 18,2 % auf 17.549.525 Mio Erntefestmeter im Jahr 2015 und die Exportquote zog ebenso kontinuierlich an. Trotzdem nimmt die Ressource Holz dennoch weiter zu und es wird in Österreich weniger Holz genutzt, als nachwächst. Dies kann auch als Basis für das Wachstumspotenzial angesehen werden.¹⁰⁴⁵

4.2.3 Märkte im Holzbau

Der Holzbau kann aufgrund der Produktentwicklungen der Holz- und Zulieferindustrie in den letzten Jahren starkes Wachstum aufweisen. Dies trifft sowohl für den inländischen Markt als auch auf ausländische Absatzgebiete zu. Die steigende Exportquote im Holzbau kann durch den Umstand des vorhandenen Know-hows österreichischer Unternehmen in Planung und Ausführung sowie in der Qualität und Spezifika österreichischer Produkte erklärt werden.

Der Holzbau ist in Österreich ein Wirtschaftsfaktor, von welchem zahlreiche Arbeitsplätze direkt oder indirekt abhängen. Rund 300.000 Beschäftigte sind entlang der Wertschöpfungskette Holz tätig, was einem Anteil von 8.4 % aller unselbständig Erwerbstätigen Österreichs entspricht. Zahlreiche Unternehmen sind sowohl im Inland als auch im Ausland tätig. Dabei zeigt sich, dass die Unternehmensgröße bzw. die Zugehörigkeit zum Gewerbe oder zur Industrie hierbei eine maßgebliche Rolle spielt. Kleinere gewerblich tätige, also ausführende Unternehmen sind prinzipiell eher im

¹⁰⁴⁴ FHP FORST HOLZ PAPIER: Leistungsbericht Wertschöpfungskette Holz. Bericht. S. 22

¹⁰⁴⁵ Vgl. FHP FORST HOLZ PAPIER: Leistungsbericht Wertschöpfungskette Holz. Bericht. S. 23

Inland tätig, größere industriell organisierte zumeist produzierende Unternehmen weiten hingegen ihren Tätigkeitsbereich ins Ausland aus.

Demnach spielt auch eine statistische Erfassung der In- und Auslandsaktivitäten im Bereich der Gewerbeunternehmen aufgrund der Kleinstrukturiertheit eine eher untergeordnete Rolle, hingegen nimmt der Auslandsanteil in den Industrieunternehmen einen maßgeblichen Platz ein. Durch die stark außenhandelsorientierte Holzindustrie ist prinzipiell eine Unterscheidung in den ausschließlichen Handel mit Waren, den Baubereich, welcher die Ausführung vor Ort umfasst sowie in den Know-how Transfer durch Planungsleistungen im Ausland vorzunehmen. Die Exportquote der österreichischen Holzindustrie lag im Jahr 2016 bei rund 70 % mit einem Gesamtvolumen von 5,2 Mrd. €, was einer Steigerung von 4,4 % gegenüber dem Jahr davor entspricht.

Die Europäische Union ist mit rund 75 % dabei der Hauptmarkt für diese Exportprodukte, wobei Deutschland und Italien die Hauptabnehmer sind. In die übrigen europäischen nicht EU-Länder werden weitere 12,7 % und in die Entwicklungsländer 2,7 % exportiert. Die USA und Japan sind für die österreichische Holzindustrie traditionsbedingt mit insgesamt 9,5 % bedeutsame Exportländer. Die Exporte von Holzprodukten aus Österreich übersteigen die Importe nach Österreich um 29,1 % im Jahr 2016. Dies zeigt, dass der österreichische Holzbau bzw. die hergestellten Produkte eine positive Handelsbilanz aufweisen.¹⁰⁴⁶

Eine im Jahr 2014 unter österreichischen Unternehmen der Holzindustrie durchgeführte Expertenbefragung¹⁰⁴⁷ ergab ein ähnliches Bild (Vgl. Kap. 5.6.2). Der Großteil der Unternehmen ist im Handel mit dem Ausland tätig und oder auch in Bauaktivitäten vor Ort involviert, wobei alle Unternehmen auch im Inland Marktanteile aufweisen. Gemäß der Expertenbefragung zeigt sich, dass die Exportquote in den vergangenen Jahren zugenommen oder zumindest gleich geblieben ist, und insbesondere der Bereich des Ingenieurholzbaus mit Brettschichtholz sowie der rasch wachsende Markt des Brettsperrholzes, vor allem in großvolumigen Konstruktionen, die steigende Exportquote anführt.¹⁰⁴⁸ Gemäß der Befragung handelt ein Großteil der Unternehmen mit Italien, wobei dieser Markt seit einigen Jahren rückläufig und nach wie vor stagnierend ist. Im Vergleich dazu zeigt sich, dass sowohl der Handel als auch die Bautätigkeit in Deutschland kontinuierlich steigt. Des Weiteren werden nach Ansicht der Experten die Märkte Schweiz, Großbritannien (inkl. Irland), Spanien, Frankreich sowie Skandinavien auch künftig stetig wachsen und somit die Exportquote österreichischer Unternehmen stützen bzw. erhöhen. Das Wachstum wird im Ausland seitens der Experten vor allem durch das Produkt Brettsperrholz ermöglicht, da dieses gebündelt mit planerischem Know-how und

¹⁰⁴⁶ Vgl. FACHVERBAND DER HOLZINDUSTRIE ÖSTERREICHS: Auf Holz klopfen – Solides Wachstum mit guten Perspektiven für das Jahr 2017. Branchenbericht. S. 20, 21

¹⁰⁴⁷ Vgl. MARIUS, R.: Internationalisierung des österreichischen Holzbaus – eine Erhebung des Status-quo. S. 1 ff

¹⁰⁴⁸ Vgl. MARIUS, R.: Internationalisierung des österreichischen Holzbaus – eine Erhebung des Status-quo. S. 29 ff

montagespezifischen Fachkenntnissen vor allem für großvolumige Konstruktionen und mehrgeschossige Bauwerke durch fachlich qualifizierte Mitarbeiter auch künftig vermehrt in den Export gehen wird. Von den Experten werden allerdings auch Hindernisse in Bezug auf die steigenden Exporte genannt, welche vor allem im Bereich der Einkommens- und Körperschaftssteuer durch den Export von Dienstleistungen im Falle von Montagen im Ausland auftreten. Des Weiteren wird das Thema Währungsrisiko außerhalb des Euroraumes als Hemmschwelle für eine Exportsteigerung genannt. Nicht zuletzt nennen die Experten große Schwierigkeiten in der vertraglichen Abwicklung vor allem im Falle von Montage-tätigkeiten, da die Rechtssituation, bspw. im englischen bzw. anglikanischen Raum, gänzlich anders gelagert ist und an dieser Stelle erhebliche Defizite sowohl in der grundlegenden Rechtsmaterie und Sprache, als auch den vertraglich zumeist fremdsprachigen Festlegungen auftreten. Ebenso werden die technischen Normen als auch sicherheitstechnische Aspekte in diesem Zusammenhang als Hemmschwelle angesehen. Dennoch erwarten alle befragten Experten eine positive Entwicklung in den ausländischen Märkten und verweisen tendenziell auf eine breitere Palette an Produkten und Leistungen sowie eine weiter steigende Exportquote.¹⁰⁴⁹

4.2.4 Geschäftsmodelle im Holzbau

Die Struktur der im Holzbau tätigen Unternehmen, sowie deren Haupt- und Zielmärkte bestimmen maßgebend die zugrunde liegenden Geschäftsmodelle und gewählten Vertriebssysteme.

Die Entwicklung des Holzbaus von einem Nischenmarkt mit kleineren Sekundärkonstruktionen hin zu großvolumigen Objekten bedingt vor allem eine Entwicklung der ausführenden Unternehmen und deren Organisationsstrukturen. Die bisher hauptsächlich lokal bzw. regional tätigen Unternehmen des Holzbaus entwickeln sich aus diesem Nischenbereich heraus hin zu maßgeblich am Baugeschehen Beteiligten. Allerdings stellen nach wie vor die bisherigen Kernmärkte eine Möglichkeit für die in zahlreichen Bereichen tätigen Unternehmen des Holzbaus dar, eine gleichmäßige Auslastung ihrer Produktionslinien bzw. des Fachpersonals zu erreichen. Demnach sind viele Klein- und Kleinstunternehmen des Holzbaus auf unterschiedlichen Märkten in verschiedenen Geschäftsmodellsystemen tätig. Die regional angebotene Leistung muss nicht automatisch der national bzw. möglicherweise international angebotenen Leistung entsprechen. Dies gilt sowohl für den technischen Leistungsumfang als auch das eingesetzte Personal. Hierbei erfolgt durch die Unternehmensleitung ein

¹⁰⁴⁹ Vgl. MARIUS, R.: Internationalisierung des österreichischen Holzbaus – eine Erhebung des Status-quo. S. 42 ff

stark fokussierter Risikoausgleich. Das simple Prinzip dahinter besagt, dass je weiter die Leistung vom Standort entfernt ausgeführt wird, desto geringer ist der Eigenanteil an der Leistung bzw. am Produkt.¹⁰⁵⁰

Im Zuge der größer werdenden Holzkonstruktionen sowie Leistungsumfänge den Holzbau betreffend zeigt sich, dass die Holzbauunternehmen aufgrund ihres Umfangs und zumeist historisch gewachsenen Struktur zum überwiegenden Teil als klassische Subunternehmer von Generalunternehmern (Vgl. Kap. 2.5.2) tätig sind. Dieses Bild ergibt sich grundsätzlich aus der Tatsache, dass die verbauten Volumina bzw. die beauftragten Leistungen rasch den Umsatz eines kleinen Unternehmens erreichen und damit die Liquidität dieses gefährdet wird bzw. die finanziellen sowie technischen Kapazitäten übersteigen. Demnach sind die meisten Holzbauunternehmen, wie sie aufgrund ihrer Größe in Kap. 4.2.2 mit durchschnittlich 11 Mitarbeitern in Österreich vorwiegend tätig sind, wirtschaftlich nicht in der Lage, große Bauwerke zu errichten bzw. vorzufinanzieren. Es zeigt sich daher, dass es einer Struktur bedarf, welche es erlaubt, einerseits die holzbautechnischen Kenntnisse einzubringen, andererseits jedoch die Gesamtleistung mit zahlreichen weiteren Gewerken durch eine übergeordnete Struktur abwickeln zu lassen. Dies erfolgt zurzeit hauptsächlich in Form klassischer Generalunternehmer, welche als alleinige Ansprechpartner für den Bauherrn zumeist die gesamte Bauleistung abwickeln, zahlreiche Gewerke und damit Leistungen an Subunternehmer vergeben und selbst lediglich einige wenige erbringen. Sie hatten demnach dem AG gegenüber vollständig auch für die Leistung ihrer Subunternehmer.¹⁰⁵¹ Mittlerweile zeigt sich jedoch, dass aufgrund größer werdender Volumina im Holzbau selbst, sowie auch in den weiteren von den Holzbauunternehmen angebotenen Leistungen und Gewerken diese Form der Unternehmensstruktur etwas überholt erscheint. War bisher der Generalunternehmer jenes Unternehmen, welches im konventionellen mineralischen Massivbau (Bauhauptgewerbe) tätig ist und meist in Form eines Baumeisterunternehmens bzw. der Bauindustrie entstammenden Konzerns auftritt, kommen mittlerweile Holzbauunternehmen aufgrund der Auftragsvolumina in diese Position. Dies versetzt das Holzbauunternehmen an die Stelle des Generalunternehmers, welcher sich weiterer Gewerke, und damit auch klassischer Baumeisterleistungen bedient und diese als Subunternehmer in das eigene Vertragskonstrukt mitaufnimmt.¹⁰⁵²

Die stetig wachsende Nachfrage nach Holzbauten (Vgl. Kap. 4.2.5) bedingt jedoch auch eine Veränderung in der Struktur großer Unternehmen

¹⁰⁵⁰ Vgl. KOPPELHUBER, J. et al.: Industrialized Timber Building Systems for An Increased Market Share – A Holistic Approach Targeting Construction Management and Building Economics. In: Procedia Engineering, Volume 171. S. 2

¹⁰⁵¹ Vgl. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/4503/generalunternehmer-v14.html>. Datum des Zugriffs: 19. Februar. 2018

¹⁰⁵² Vgl. KOPPELHUBER, J. et al.: Ansätze und Bewertungskriterien in der Geschäftsmodellentwicklung im Holzsystembau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 258 ff

des Bauhauptgewerbes und der Bauindustrie. Zahlreiche dem Bauhauptgewerbe zuzuordnende meist im mineralischen Massivbau tätige Unternehmen haben in den vergangenen Jahren entweder eigene Holzbauteilungen gegründet bzw. aufgebaut, oder aber auch wie im Falle einiger markanter Beispiele Holzbauteilungen erworben und in ihre Unternehmenstruktur integriert. Prominente Beispiele quer durch Europa zeugen von dieser Vorgehensweise der letzten Jahre. Damit ergibt sich die Situation, dass der bisherige Generalunternehmer, welcher bis dato die Holzbauleistung an Subunternehmer vergeben bzw. diese zukaufen musste, diese nun selbst anbieten kann.¹⁰⁵³

Der Zusammenschluss mehrerer kleiner Holzbauteilungen unter einer Dachmarke oder aber auch die lose Kooperation in der Abwicklung von größeren Auftragsvolumina steht dieser Entwicklung der Integration von Holzbauteilungen in große Konzernstrukturen entgegen. Durch diese Vernetzung der Holzbauteilungen zeigt sich einerseits eine Bündelung der sonst jeweils separat notwendigen Unternehmensorganisationsstrukturen, welche zur Auftragsabwicklung im Einzelfall erforderlich sind, andererseits können aufgrund der fachlichen Ausrichtung bzw. Unternehmenskompetenzen größere und technisch komplexere Objekte sowie Großprojekte gemeinsam angeboten und umgesetzt werden.¹⁰⁵⁴ Zusätzlich ergibt sich vor allem bei einem finanziell-juristischen Zusammenschluss auch der Vorteil, dass das zumeist neu gegründete Dachunternehmen auch aufgrund der dahinter aufgebauten Struktur eine bessere Liquidität und damit eine deutlich höhere Sicherheit betreffend die Vorfinanzierung aufweist. Demnach zeugen einige positive Beispiele von dieser Entwicklung. In jedem Fall ist jedoch eine Kooperation eine Frage des Vertrauens in ein bisweilen als Konkurrent einzustufendes Unternehmen derselben Branche und birgt auch die Gefahr eines Know-how-Verlustes.

Bei einer speziellen Segmentierung der angebotenen Leistung zeigt sich mittlerweile eine weitere Möglichkeit der Umsetzung großvolumiger Objekte mit kleinen dahinter liegenden holzbaulichen Strukturen. In diesem Fall ist vor allem das Thema des Modulbaus zu nennen, welcher sehr spezifisch Produkte aus Holz und der Integration zahlreicher weiterer Gewerke anbietet und diese aufgrund der Wiederholbarkeit in großvolumigen Strukturen umsetzt. Zahlreiche Beispiele der vergangenen Jahre zeugen von dieser Entwicklung, wobei sich in diesem Feld vor allem klassische zumeist kleinstrukturierte Holzbauteilungen mit angeschlossener Produktion spezialisiert haben. Sie bieten demnach Leistungen an, welche einen eingeschränkten Markt und damit Kundenkreis umfassen, jedoch spezielle Kenntnisse in der seriellen Planung und Fertigung erfordern. Des

¹⁰⁵³ Vgl. HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 2: Auswahl und Analyse relevanter Geschäftsmodell-Ansätze. Forschungsbericht. S. 62 ff

¹⁰⁵⁴ Vgl. JACOB-FREITAG, S.: Modulbauweise – Schnell mal 500 Ferienhäuser. In: mikado – Unternehmernmagazin für Holzbau und Ausbau, 11/2014. S. 13 ff

Weiteren sind auf diesem Markt mittlerweile auch Unternehmen tätig, welche als Kleinunternehmen sehr große Projekte in serieller Fertigung realisieren. Dabei werden an den wesentlichen Schnittstellen der Planung, Projektleitung und Umsetzung sowie der angeschlossenen Vorfertigung Schlüsselpositionen durch Eigenpersonal bekleidet, die operative Umsetzung jedoch nicht durch das eigene Unternehmen durchgeführt. Im Zuge derartiger Konstellationen werden mittlerweile im Holzbau bereits Generalübernehmerleistungen durch kleine Unternehmen übernommen, welche vor allem das Thema der integralen Planung im Holzbau und damit die frühzeitige Beeinflussbarkeit der Kosten in der Umsetzung in den Mittelpunkt rücken. Es zeigt sich allerdings, dass auch in diesem Fall die Kompetenzen nicht im eigenen Unternehmen liegen, sondern durch die Vergabe an Subplaner diese Leistung lediglich im Sinne des Unternehmens und damit im Kontext einer optimierten Produktion dem AG gegenüber in seinem Interesse der Kostenstabilität vertreten wird.¹⁰⁵⁵

Im Gegensatz dazu stellen die im Ausland tätigen Holzbauunternehmen großteils produzierende Unternehmen dar, welche aus Gründen der Markterweiterung und der Strategie der Umsatzsteigerung neue Märkte bearbeiten. Galt es vor einigen Jahrzehnten noch als unmöglich, als kleines hauptsächlich lokal agierendes Holzbauunternehmen im europäischen Ausland tätig zu sein, hat sich dieses Bild mittlerweile gewandelt. Bezugnehmend auf die in Kap. 4.2.3 erwähnte Expertenbefragung aus dem Jahr 2014 zeigt sich, dass für 75 % der Befragten die Nachfrage aus dem Ausland für ihre Produkte neben der Umsatzsteigerung für 66 % und der Markterweiterung für 100 % die Hauptgründe für den Schritt ins Ausland sind.

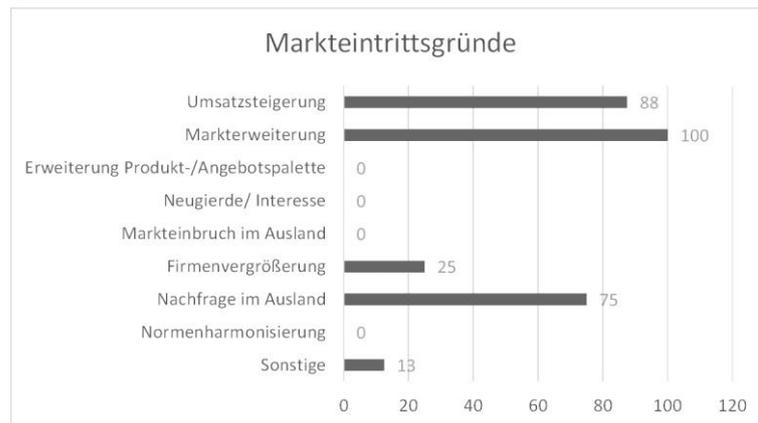


Bild 4.12 Markteintrittsgründe – Expertenbefragung TU Graz 2014 ¹⁰⁵⁶

¹⁰⁵⁵ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. S. 16 ff

¹⁰⁵⁶ MARIUS, R.: Internationalisierung des österreichischen Holzbaus – eine Erhebung des Status-quo. S. 37

Dies verdeutlicht, dass die Unternehmen das Ausland als Erweiterung zum inländischen Markt sehen und damit die Leistungen, welche im Inland angeboten werden, in gleichem Ausmaß auch im Ausland Erfolg haben. Um jedoch im Ausland erfolgreich zu sein, bedarf es einer Markteintrittsstrategie, welche es ermöglicht, auch längerfristig das Unternehmen am Auslandsmarkt zu positionieren. Die hierfür am häufigsten eingesetzte Strategie ist die Kooperation mit vor Ort tätigen Händlern und Agenten, welche in 50 % bzw. 38 % der Fälle gemäß nachfolgender Grafik angewandt wird.

Die von den Unternehmen beauftragten Agenten sind im Namen des Unternehmens auf einem ihnen bekannten Markt unterwegs und vertreten offiziell das Unternehmen.



Bild 4.13 Markteintrittsstrategie – Expertenbefragung TU Graz 2014 ¹⁰⁵⁷

Ergänzend zeigt sich, dass die Befragten zu 38 % die Gründung von Tochtergesellschaften in diesen ausländischen Märkten bevorzugen. Hierbei wird allerdings vor allem das Thema der (Lohn- und Einkommens-)Steuer schlagend, da der Export von Dienstleistungen im Vergleich zum Export von Produkten mit einem wesentlich höheren Verwaltungsaufwand betreffend Steuern und Abgaben verbunden ist. Ebenso wird von den Befragten genannt, dass die Gründung einer Tochtergesellschaft erst nach einigen erfolgreich abgewickelten Projekten stattfindet, um das Risiko eines Verlustes bei Markteintritt zu minimieren.

Die in Kap. 4.2.3 beschriebenen Märkte des Holzbaus bilden mittlerweile eine wesentliche Grundlage für die neu hinzugekommene bzw. weiter entwickelte Geschäftstätigkeit zahlreicher Klein- und Kleinstunternehmen im Holzbau. Die Fokussierung einerseits auf neue Zielmärkte und andererseits auf spezifische Tätigkeiten ergibt ein verändertes Bild des klassischen Holzbauunternehmens. Dies zeigt sich vor allem bei Unternehmen, welche sich mit Lieferanten großvolumiger Bauteile zusammenschließen

¹⁰⁵⁷ MARIUS, R.: Internationalisierung des österreichischen Holzbaus – eine Erhebung des Status-quo. S. 38

und für diese hauptsächlich produzierenden Unternehmen die Montage-tätigkeiten für die Halbfertigteile und Fertigteile vor Ort, also auch im Aus-land, übernehmen. An dieser Stelle hat sich mittlerweile ein spezieller Zweig in Form eines Geschäftsmodells entwickelt, welcher es erlaubt, mit einem möglichst geringen Einsatz an eigenem Gerät und ohne eigene Produktionsstätte und Lagerplatz als flexibel einsetzbare Montageeinheit europa- und teils sogar weltweit tätig zu sein. Dies geschieht zumeist im Auftrag des herstellenden Unternehmens in Form eines klassischen Nachunternehmers, welcher jedoch im Namen des beauftragten Holzbau-unternehmens sämtliche Montage-, aber auch Abstimmungstätigkeiten (Besprechungen, tw. Bestellungen) vor Ort durchführt. Seitens des produ-zierenden Unternehmens wird zumeist kein Eigenpersonal gestellt. Ledig-lich die Ingenieurleistung und die Projektleitung sowie das herzustellende Produkt entstammen dem beauftragten Holzbauunternehmen. Dieses Ge-schäftsmodell erlaubt es dem Montageunternehmen mit geringen Investi-tionskosten für Montageequipment und einer Stammmannschaft an Fach-personal zu arbeiten und damit eine möglichst gleichmäßige Auslastung zu erreichen. Die Montageunternehmen sind demnach nicht nur für ein Holzbauunternehmen tätig, sondern arbeiten für unterschiedliche AG und Hersteller von Holzprodukten und können daher kontinuierlich im Ausland als Montageunternehmen tätig sein. Die speziell geschulten und für die örtlichen Vorschriften betreffend Sicherheit und gesetzlichen Regelungen individuell ausgebildeten Monteure genießen aufgrund ihrer zumeist län-geren Auslandserfahrung und fachspezifischen Kenntnisse vor allem im Holzbau seitens des beauftragenden Unternehmens, aber auch durch den Auftraggeber selbst, großes Vertrauen. Die Anwendung hochwertiger Grundkenntnisse den Holzbau betreffend und die jahrelange Erfahrung ih-rer qualifizierten Arbeitskräfte erlaubt es den Montage-Unternehmen, vor allem großvolumige Ingenieurholzbauwerke und mehrgeschossige Holz-bauten mit sehr kleinen Gruppen an Facharbeitern zu errichten bzw. zu montieren. Dies wird der Tatsache geschuldet, dass der Vorfertigungs-grad im Holzbau insbesondere bei Auslandsprojekten stetig zunimmt und durch die Bauweise an sich mit der Anwendung großvolumiger Bauteile einen geringen Personenstand vor Ort erfordert (Vgl. Kap. 5.6.2).¹⁰⁵⁸

Unabhängig davon, ob die Holzbauunternehmen im In- oder im Ausland tätig sind, zeigt sich in den vergangenen Jahren eine verstärkte Innovati-onsbereitschaft, die jeweilige Unternehmensstrategie und die dahinter lie-genden Geschäftsmodelle anzupassen bzw. radikal zu ändern. Dies ist einerseits der Tatsache geschuldet, dass es in zahlreichen Unternehmen zu einem Generationenwechsel kommt, andererseits ist die volatile Auf-tragslage im Bauwesen allgemein sowie die sich rasch wandelnde Unter-nehmenslandschaft dafür verantwortlich. Die künftigen Geschäftsmodelle

¹⁰⁵⁸ Vgl. KOPPELHUBER, J.; WALL, J.; HECK, D.: Business Model Development for Modular Timber Building Systems In: S. 6

des Holzbaus unterscheiden sich demnach wesentlich von der konventionellen Bauindustrie, da sich sowohl der Aspekt der Vorfertigung als auch die Unternehmenstruktur sowie der Kooperationsgedanke grundsätzlich in einer strategischen Geschäftsfeldentwicklung abbilden. Den dadurch generierten Mehrwert zur Erfüllung der Kundenbedürfnisse lassen, vor allem bei lokalen Akteuren des Holzbaus, einen Zugewinn am Baumarkt erwarten.¹⁰⁵⁹

4.2.5 Holzbauanteil am Baumarkt

Die Entwicklung des Holzbaus ist vor allem in der jüngsten Vergangenheit von stetigem Wachstum begriffen. Dieses Bild zeigt sich sowohl in Österreich als auch in den meisten mittel- und nordeuropäischen Ländern Westeuropas, Großbritannien und Irland, USA, Kanada sowie auch Australien. Zahlreiche Studien belegen dieses kontinuierliche Wachstum und den Zuwachs der Prozentsätze des Holzbaus am allgemeinen Baugeschehen. Bezug nehmend auf einzelne Länder ergibt sich jedoch ein durchaus differenziertes Bild.

In Österreich stieg im Zeitraum zwischen dem Jahr 1998 und 2013 der Anteil des Holzbaus von 14 % auf mittlerweile 22 % bezogen auf das umbaute Volumen, was einer Steigerung in der Anzahl der Bauvorhaben aus Holz von 18 % im selben Zeitraum entspricht. Somit konnte österreichweit gesehen im Wohnbau der Holzbauanteil bezogen auf die Gebäudeanzahl innerhalb von 15 Jahren von 24 % auf 48 % und bezogen auf das umbaute Volumen von 9 % auf 21 % mehr als verdoppelt werden.¹⁰⁶⁰ Demnach ergibt sich folgendes Bild 4.14 für Österreich.

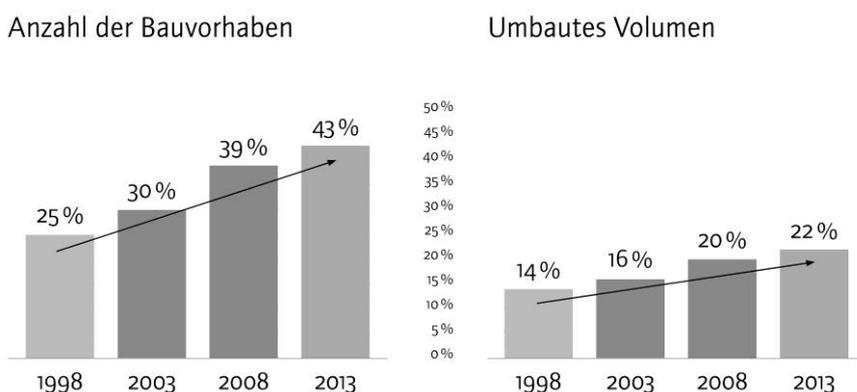


Bild 4.14 Entwicklung Holzbauanteil gesamt in Österreich zwischen 1998 bis 2013 ¹⁰⁶¹

¹⁰⁵⁹ Vgl. RINAS, T.; GIRMSCHIED, G.: Kooperationen und innovative Vertriebskonzepte – Geschäftsmodell für den individuellen Fertigteilbau. S. 234 ff

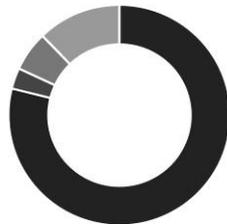
¹⁰⁶⁰ Vgl. TEISCHINGER, A. et al.: Erhebung des Holzbauanteils aller österreichischen Bundesländer. Präsentation 24.09.2015. S. 1 ff

¹⁰⁶¹ TEISCHINGER, A. et al.: Erhebung des Holzbauanteils aller österreichischen Bundesländer. Präsentation 24.09.2015. S. 9

Dabei wurden Gebäude bzw. Bauwerke als Holzbau im Sinne der Erfassung in der Statistik als solche definiert, wenn die tragende Konstruktion (Wand, Decke, Dach) zu mehr als 50 % aus Holz bzw. Holzwerkstoffen besteht. Des Weiteren richteten sich die Erhebungskriterien nach der Anzahl untersuchter bzw. eingereichter Bauvorhaben mit deren Nutzflächen und umbauten Volumina. Die untersuchten Bauvorhaben im Bereich Hochbau in Österreich wurden in den Wohnbau mit den Unterkategorien Neubau, Ein- und Mehrfamilienwohnhäusern sowie Um- und Zubauten und in den Nicht-Wohnbau mit den Unterkategorien öffentliche Bauten, Gewerbe- und Industriebauten sowie landwirtschaftliche Zweckbauten unterschieden.¹⁰⁶²

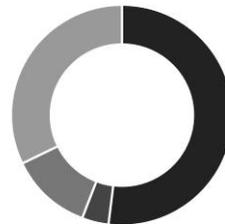
Die dabei untersuchten Bundesländer ¹⁰⁶³, Städte ¹⁰⁶⁴, deren Gewichtung sowie die Hochrechnung auf Gesamtösterreich ergibt über die Erfassungszeiträume 1998, 2003, 2008 und 2013 hinweg ein differenziertes Bild. Die Verteilung auf die unterschiedlichen Kategorien zeigt, dass bei den erfassten Holzbauten im Jahr 2013 rund 80 % aller Hochbau-Bauvorhaben in Österreich auf den Bereich Wohnbau entfallen. An zweiter Stelle liegt mit 12 % der landwirtschaftliche Zweckbau und mit 6 % bzw. 3 % der Gewerbe- und Industriebau bzw. der öffentliche Bau. Das nachfolgende Bild 4.15 zeigt die Verteilung Bezug nehmend auf das umbaute Volumen der Holzbauten.

Anzahl der Bauvorhaben in Holzbauweise



- 79% Wohnbau
- 3% Öffentlicher Bau
- 6% Gewerbe- und Industriebau
- 12% Landwirtschaftlicher Zweckbau

Umbautes Volumen von Gebäuden in Holzbauweise



- 52% Wohnbau
- 4% Öffentlicher Bau
- 12% Gewerbe- und Industriebau
- 32% Landwirtschaftlicher Zweckbau

Bild 4.15 Anzahl Holzbauten in Österreich 2013 ¹⁰⁶⁵

¹⁰⁶² Vgl. TEISCHINGER, A.; STINGL, R.; ZUKAL, M. L.: Holzbauanteil in Österreich – statistische Erhebung von Hochbauvorhaben. In: attachment Zuschnitt September 2011. S. 5

¹⁰⁶³ Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol, Niederösterreich und Wien

¹⁰⁶⁴ Linz, Graz und Wien

¹⁰⁶⁵ TEISCHINGER, A. et al.: Erhebung des Holzbauanteils aller österreichischen Bundesländer. Präsentation 24.09.2015. S. 9

Bei Betrachtung der Kategorie Wohnbau ergibt sich gemäß nachfolgendem Bild 4.16 eine deutliche Steigerung in der Anzahl der Bauvorhaben von 24% im Jahr 1998 auf 48 % im Jahr 2013.

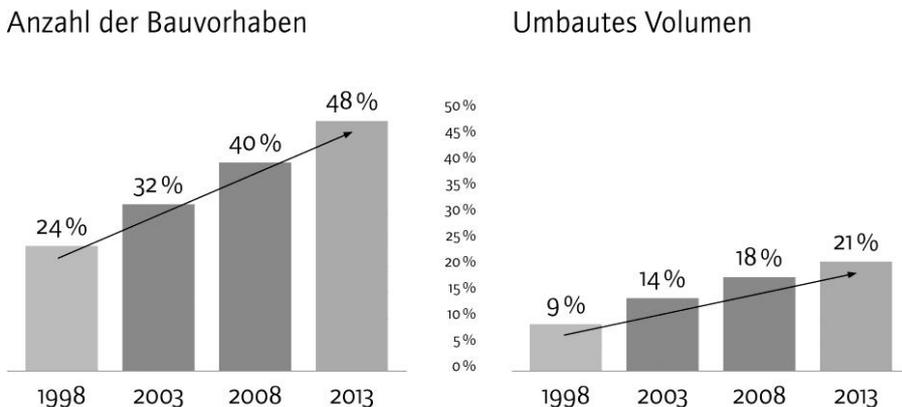


Bild 4.16 Entwicklung Holzbauanteil im Wohnbau in Österreich zwischen 1998 bis 2013 ¹⁰⁶⁶

Eine gleiche Tendenz mit ähnlichen Prozentsätzen, allerdings anderen Kategorie-Zuordnungen, wird auch bei Betrachtung der einzelnen Bundesländer bzw. untersuchten Städte erkennbar. ^{1067, 1068, 1069}

Grundsätzlich ergibt die weitere Unterscheidung der Kategorie Wohnbau im Bereich des Fertighauses ¹⁰⁷⁰ jedoch ein sehr differenziertes Bild. Während im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser der Anteil des Holzbaus am gesamten Baugeschehen im Jahr 2017 bei 31,4 % lag ¹⁰⁷¹, konnte die Kategorie mehrgeschossiger Holzwohnbau von 1 % im Jahr 1998 auf 13 % im Jahr 2008 gesteigert werden, was allerdings lediglich 4 % des gesamten Bauvolumens dieser Kategorie entspricht. Dieser Prozentsatz hat sich auch in den vergangenen Jahren wenig verändert. ¹⁰⁷²

Im Vergleich dazu wurden in Deutschland gemäß Holzbau Deutschland im Jahr 2016 bereits mehr als 16 % der Wohngebäude in Holzbauweise

¹⁰⁶⁶ TEISCHINGER, A. et al.: Erhebung des Holzbauanteils aller österreichischen Bundesländer. Präsentation 24.09.2015. S. 9

¹⁰⁶⁷ Vgl. TEISCHINGER, A. et al.: Erhebung des Holzbauanteils aller österreichischen Bundesländer. Präsentation 24.09.2015. S. 7

¹⁰⁶⁸ Vgl. TEISCHINGER, A.; STINGL, R.; BERGER, V.: 37 + 5 = 42 % – Holzbauanteil OberösterreichS. 1 ff

¹⁰⁶⁹ Vgl. STINGL, R.; PRAXMARER, G. O.; TEISCHINGER, A.: Der Holzbauanteil in NiederösterreichS. 1 ff

¹⁰⁷⁰ Ein Fertighaus ist gemäß ÖNORM B 2310 ein „auf vorbereitetem Unterbau errichtetes Bauwerk aus vorgefertigten, geschoßhohen Wandelementen, Raumzellen sowie aus vorgefertigten Decken- und Dachelementen, die in Produktionsstätten witterungsunabhängig hergestellt, auf die Baustelle transportiert und dort zusammengebaut werden.“ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang. S. 3; Der Begriff Fertighaus wird synonym zum Fertigteilhaus verwendet. Das Fertighaus definiert sich grundsätzlich über drei verschiedene Ausbaustufen gemäß ÖNORM B2310.

¹⁰⁷¹ Vgl. <https://www.branchenradar.com/Artikel.aspx?id=101>. Datum des Zugriffs: 19.Februar .2018

¹⁰⁷² Vgl. TEISCHINGER, A.; STINGL, R.; ZUKAL, M. L.: Holzbauanteil in Österreich – statistische Erhebung von Hochbauvorhaben. In: attachment Zuschnitt September 2011. S. 12

errichtet, was einem Zuwachs von 1 % gegenüber dem Jahr 2014 bedeutet. Auch an dieser Stelle ist ähnlich wie in Österreich eine steigende Tendenz erkennbar, wenn auch nicht so ausgeprägt.¹⁰⁷³ Vor allem der Nichtwohnungsbau zeigt nach Jahren des Rückganges an Baugenehmigungen neuerlich ähnliche Zuwachsraten wie der Wohnungsbau und konnte im Jahr 2016 in Deutschland mehr als 19 % erreichen. Die Verteilung des Holzbaus in die einzelnen Leistungsbereiche zeigt ähnlich wie in Österreich eine Aufteilung in die Bereiche Neubau mit klassischen Zimmererarbeiten mit 21% sowie eine steigende Tendenz im Holzhausbau mit weiteren 18 %. Allerdings umfasst im Gegensatz dazu der Bereich des Bestandsbaus, also der Um- und Zubau sowie Sanierung mit rund 45 % einen erheblichen Anteil am gesamten Holzbaugeschehen.¹⁰⁷⁴

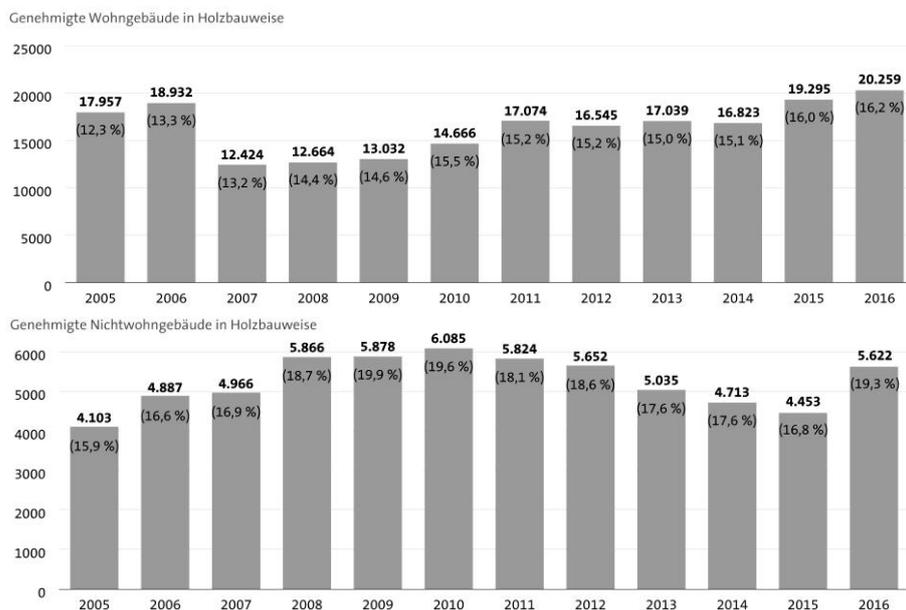


Bild 4.17 Entwicklung Holzbauanteil im Bauwesen in Deutschland zwischen 2005 und 2016 ¹⁰⁷⁵

Dabei ist eine stark regionale Differenzierung des Holzbauanteils am Baugeschehen über die Bundesländer Deutschlands ersichtlich. Während in den südlichen Bundesländern Baden-Württemberg mit rund 27 % und Bayern, Hessen und Rheinland-Pfalz mit je rund 20 % der Holzbauanteil im Jahr 2015 erhoben werden konnte, beträgt im selben Zeitraum dieser in den nördlichen Regionen – mit einigen wenigen Ausnahmen – lediglich zwischen 3 % und 10 % am gesamten Baugeschehen, wobei in den neuen

¹⁰⁷³ Vgl. HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau. Statistik | Lagebericht. S. 1 ff

¹⁰⁷⁴ Vgl. HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau. Statistik | Lagebericht. S. 3

¹⁰⁷⁵ HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Statistiken 2017 (zu Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau). Statistik. S. 1

Bundesländern der Anteil mit rund 15 % eher höher liegt, als in den alten Bundesländern.¹⁰⁷⁶

Die Untersuchung von Holzbau Deutschland zeigt auch, dass rund 96 % aller genehmigten Holzbauten Ein- oder Zweifamilienhäuser sind. Dies ist insofern wesentlich, als dass vor allem der mehrgeschossige Holzwohnbau, welcher in den urbanen Regionen vermehrt zum Einsatz gelangt und eine große Zuwachsraten in den Baugenehmigungen erfährt, auch in Deutschland der Holzbau nach wie vor einen geringen Marktanteil am gesamten Baugeschehen aufweist.¹⁰⁷⁷

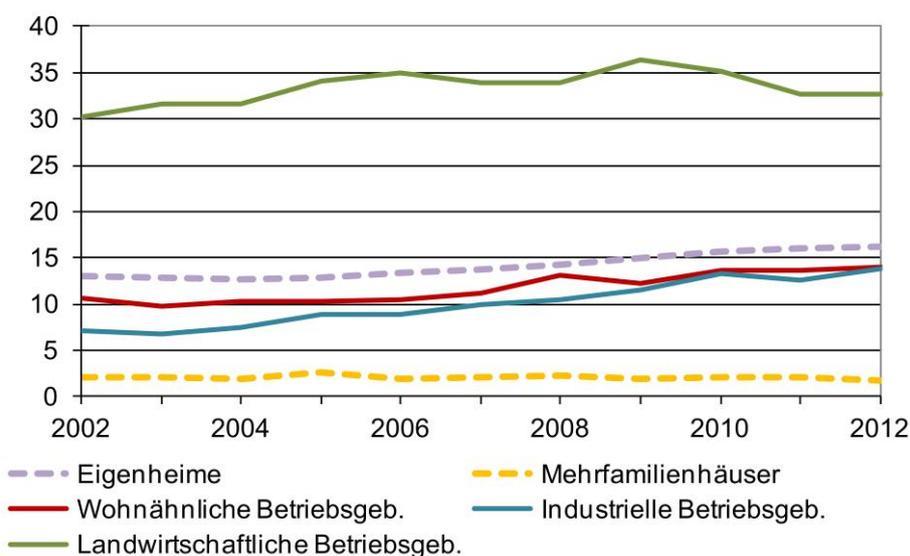


Bild 4.18 Entwicklung Holzbauanteil im Bauwesen in Deutschland zwischen 2002 und 2012 ¹⁰⁷⁸

Dies verdeutlicht auch das vorangegangene Bild 4.18. Darin wird erkennbar, dass der Anteil des mehrgeschossigen Holzwohnbaus über die Jahre konstant zwischen 2 bis 3 % lag ¹⁰⁷⁹ und nach wie vor bei rund 2 % liegt.¹⁰⁸⁰

Eine steigende Tendenz zeigt sich auch in der Entwicklung des Holzbaus in der Schweiz. Hierbei wird erkennbar, dass im Jahr 2016 durchschnittlich bereits 14 % aller genehmigten Bauwerke des Hochbaus aus Holz hergestellt werden. Dabei weist vor allem der landwirtschaftliche Bau mit 40 % und der öffentliche Bildungs- und Schulbau mit mehr als 23 % die größten Anteile auf.

¹⁰⁷⁶ Vgl. DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Roadmap Holzwirtschaft 2025. Bericht. S. 16

¹⁰⁷⁷ Vgl. HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau. Statistik | Lagebericht. S. 3

¹⁰⁷⁸ MANTAU, U.; KAISER, C.: Konjunkturelle Entwicklungen im Bauwesen und künftige Marktchancen im Holzbau. In: Thünen Report 9. S. 115

¹⁰⁷⁹ Vgl. MANTAU, U.; KAISER, C.: Konjunkturelle Entwicklungen im Bauwesen und künftige Marktchancen im Holzbau. In: Thünen Report 9. S. 115

¹⁰⁸⁰ Vgl. DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Roadmap Holzwirtschaft 2025. Bericht. S. 18

Alle Gebäudekategorien: Materialanteil Holz in der Tragkonstruktion in %			
	2014	2015	2016
Einfamilienhäuser	17,4	17,3	17,6
Mehrfamilienhäuser	9,5	9,5	10,3
Handel, Verwaltung	11,9	10,9	12,7
Unterricht, Bildung	25,1	21,5	23,6
Freizeit, Sport, Erholung	7,6	9,2	10,0
Spitäler, Heime, Gesundheit	11,5	12,9	10,2
Gewerbe, Industrie	14,4	13,6	15,6
Landwirtschaft	40,7	39,6	40,0
Total alle Gebäudekategorien	13,8	13,6	14,0

Bild 4.19 Entwicklung Holzbauanteil im Hochbau in der Schweiz zwischen 2014 bis 2016 ¹⁰⁸¹

Der Anteil des Holzbaus betrug in der Schweiz im Bereich Neubau von Einfamilienhäusern rund 14 %, im Bereich Um- und Zubau 32 %. Im Vergleich dazu wurden in der Kategorie Mehrfamilienhäuser lediglich 7 % Neubauten errichtet, im Bereich Um- und Zubau allerdings über 28 %. Es zeigt sich demnach ein ähnliches Bild wie in Österreich und Deutschland, nämlich dass der Anteil des mehrgeschossigen Wohnbaus auch in der Schweiz nach wie vor trotz großen allgemeinen Wachstumsraten gering ausfällt.¹⁰⁸²

Ähnliche Tendenzen, mit durchaus unterschiedlichen Wachstumsraten in den einzelnen Segmenten, sind in den meisten westlichen Industrienationen, welche den Bau- und Werkstoff Holz forcieren, erkennbar.

Dennoch stellt sich für zahlreiche Akteure des Holzbaus die Frage, inwieweit Vorurteile dem Baustoff Holz gegenüber möglicher Risiken bestehen, welche Hemmnisse abgebaut werden müssen und welche Herausforderungen es in naher Zukunft zu meistern gilt.

¹⁰⁸¹ HOLZBAU SCHWEIZ: Jahresbericht 2016/2017. Bericht. S. 30

¹⁰⁸² Vgl. HOLZBAU SCHWEIZ: Jahresbericht 2016/2017. Bericht. S. 31

4.2.6 Holzbau – Herausforderungen und Hemmnisse

Der Holzbau weist tendenziell in allen Statistiken und Umfragen einen stetig wachsenden Marktanteil auf. Dies zeigt sich unabhängig vom beauftragten Institut bzw. der angewandten Befragungsmethodik nicht nur national, sondern in den letzten Jahren auch verstärkt international außerhalb (Mittel-)Europas. Dennoch werden in den meisten Umfragen sowie Experteninterviews nach wie vor zahlreiche Argumente gegen eine Baustoffentscheidung für Holz angeführt, welche bei detaillierter Betrachtung als traditionelle Vorurteile, aber auch als Herausforderungen zur Überwindung bestehender Hemmnisse (technische, ökosoziale, rechtliche und soziale Hemmnisse) angesehen werden können.¹⁰⁸³

Eine im Dezember 2014 in Deutschland veröffentlichte Studie des DHWR¹⁰⁸⁴ zeigt, dass zwar die Entwicklung des Holzbaus in den nächsten Jahren im Bereich Neubau in allen Kategorien hoch bis sehr hoch eingestuft wird, jedoch der mehrgeschossige Wohnbau, ebenso wie auch in den genannten Statistiken deutlich hinter dem Einfamilienhausbau aus Holz liegt. Gemäß einem durchgeführten Ranking werden die Gründe dafür einerseits in baurechtlichen Rahmenbedingungen und Bauordnungen (Wichtigkeit 1 und 2) gesehen, andererseits auch im Bereich der holzbaulichen Qualifikation im Rahmen des Architekturstudiums sowie der Aus- und Weiterbildung der Planenden (Wichtigkeit 3 und 4) erkannt. Diese als deutliche Hemmnisse einzustufenden Aussagen werden ergänzt durch die Forderung nach erhöhter Verbraucherinformation und der Weiterentwicklung der Fachinformationsstellen (Wichtigkeit 8 und 10), einer stärkeren Zusammenarbeit zwischen den Verbänden (Wichtigkeit 11) ebenso wie die Priorisierung der Forschungsthemen nach deren Praxisrelevanz (Wichtigkeit 16). Die Erhöhung des Vorfertigungsgrades (Wichtigkeit 21) bildet neben fiskalischen Anreizen für CO₂-bindende Bauprodukte eine bedeutende Rolle.¹⁰⁸⁵

Es zeigt sich jedoch, dass vor allem das Thema Imagewerbung von den Befragten mit rund 50 % als sehr wichtig eingestuft wird, wobei dies die Verbraucherinformation selbst ebenso ist, wie die Initiierung von Leuchtturmprojekten, welche die Wahrnehmung des Baustoffes in der Öffentlichkeit fördern.¹⁰⁸⁶

Ein ähnliches Bild zeigt auch das Thema Fachinformationsservice. Dabei bewerten rund 81 % der Befragten die Zurverfügungstellung bzw. Weiterentwicklung von Fachinformationsservice sowie 74 % das Informationsmaterial betreffend Qualitätssicherung im Brandschutz als wichtig bzw.

¹⁰⁸³ Vgl. WIRTH, S.: Studie Zukunft Bauen 2017 zu den Schwerpunktthemen Bauforschung und Mehrgeschossiger Holzbau. S. 7 ff

¹⁰⁸⁴ Vgl. DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. S. 1 ff

¹⁰⁸⁵ Vgl. DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. S. 22-24

¹⁰⁸⁶ Vgl. KOPPELHUBER DANIELA: Ökologie als Planungsaufgabe im Geschosswohnbau – Vergleichende Betrachtung ökologischer Baustoffe unter Berücksichtigung von Bauherren- und Planungsaspekten. S. 41 ff

sehr wichtig. Herstellerunabhängige Online-Bauteil-Datenbanken werden von rund 69 % und Musterkalkulationen zur Vergleichbarkeit mit anderen Baustoffen zu 64 % seitens der Befragten als wichtig bzw. sehr wichtig eingestuft, um zum Abbau der Hemmnisse gegenüber dem Baustoff Holz beizutragen. Dies zeigt sich in nachfolgender Abbildung (Bild 4.20).

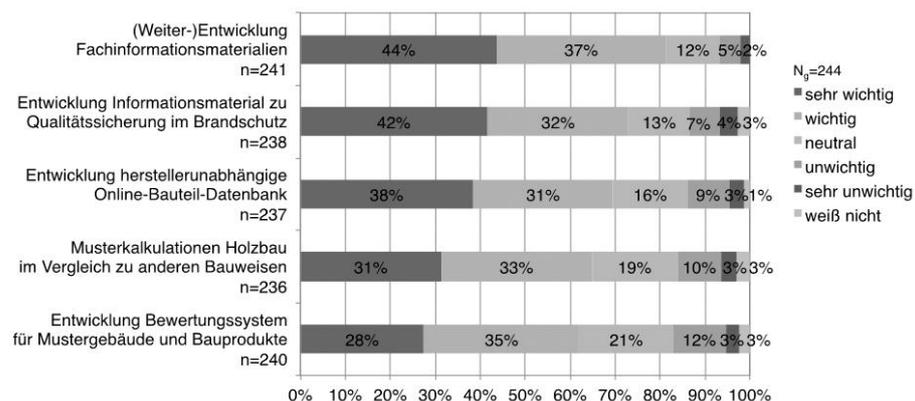


Bild 4.20 Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmvorschläge Fachinformationsservice ¹⁰⁸⁷

Neben diesen Ergebnissen wird auch aus den Ergebnissen der Befragung erkennbar, dass die Branchenorganisation an sich wesentlich zum Abbau der Hemmnisse beitragen kann. Demgemäß nennen rund 77 % der Befragten eine stärkere Zusammenarbeit der Verbände sowie die Initiierung von Nachwuchskampagnen als sehr wichtig bzw. wichtig. Ebenso gilt eine Verbesserung der Normungskoordination als wesentliches Instrument zur Verbesserung.

Das Thema Forschung und Entwicklung wird in dieser Studie differenziert behandelt. Dabei zeigt sich, dass vor allem den Bereichen des Aufbaus zentraler Forschungs Koordinationsstellen mit branchenübergreifender Forschungsagenda und der Priorisierung der Forschungsthemen nach der Praxisrelevanz bzw. nach dem Holzverwendungspotenzial sowie den Themen Aus- und Aufbau von fachspezifischen Datenbanken und Servicestellen erhöhte Aufmerksamkeit entgegengebracht werden sollte. Bei Betrachtung der Detailergebnisse zum Thema F&E zeigt sich gemäß Bild 4.21, dass im Bereich der Produktentwicklung von 83 % der Befragten das Thema bzw. die Ermittlung von Kennwerten betreffend Brandschutz und von 79 % das Thema Schall- und Wärmeschutz als sehr wichtig bzw. wichtig eingestuft wird. Daneben werden die Bereiche Hybridbauweisen sowie Produktentwicklungen im Bereich Laubholz von über 60 % als wichtig bzw. sehr wichtig angesehen.

¹⁰⁸⁷ DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. S. 25

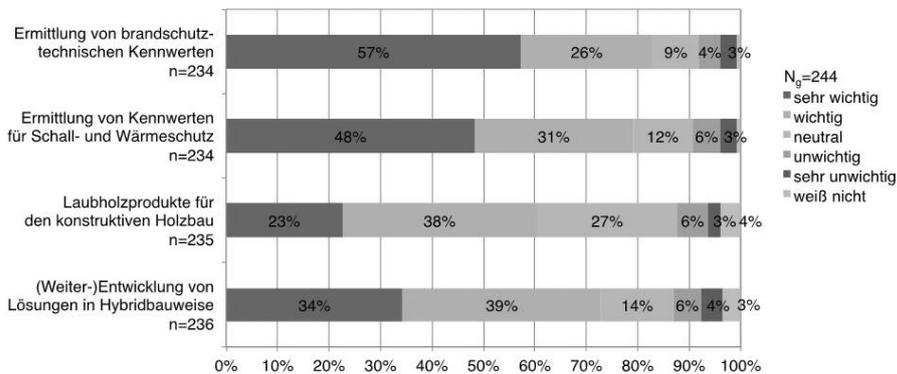


Bild 4.21 Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge F&E betreffend Produktentwicklung ¹⁰⁸⁸

Im Vergleich dazu zeigt sich im Bereich der Produktions- und Bauprozesse, dass die Maßnahmenvorschläge zum Abbau der Hemmnisse von 73 % der Befragten durch eine Erhöhung des Vorfertigungsgrades mit wichtig bzw. sehr wichtig bewertet werden. Daneben wird von 62 % die Entwicklung effizienter Herstellungsprozesse sowie von 47 % die Ableitung von Hilfsmitteln für die Baustellenlogistik als wichtig bzw. sehr wichtig erachtet. Dies ist durch die Förderung des Industriellen Bauens möglich.

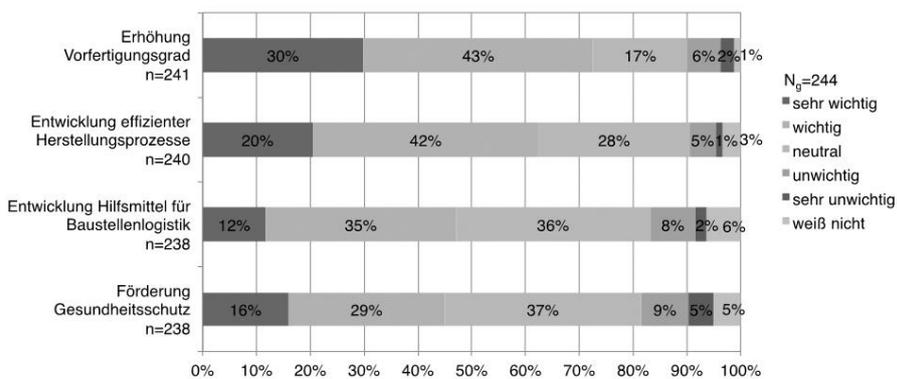


Bild 4.22 Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge F&E betreffend Produktions- und Bauprozesse ¹⁰⁸⁹

Diese grundsätzlich branchenintern zu initiiierenden Projekte bzw. zu verbessernden Rahmenbedingungen stehen den von außen politisch steuerbaren Maßnahmen und Randbedingungen gegenüber. Gemäß der Studie des DHWR zeigt sich (Bild 4.24), dass vor allem die Ausbildung im Architekturstudium zum Thema Holzbau von rund 86 % der Befragten als sehr

¹⁰⁸⁸ DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. S. 25

¹⁰⁸⁹ DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. S. 25

wichtig bzw. wichtig und die Förderung des Aus- und Weiterbildungsangebotes für Architekten und Ingenieure von 87 % als sehr wichtig bzw. wichtig eingestuft werden. Zugleich wird im Bereich Bildungspolitik der Auf- und Ausbau von Lehrstühlen im Fachbereich Bauen mit Holz als sehr wichtig erachtet.

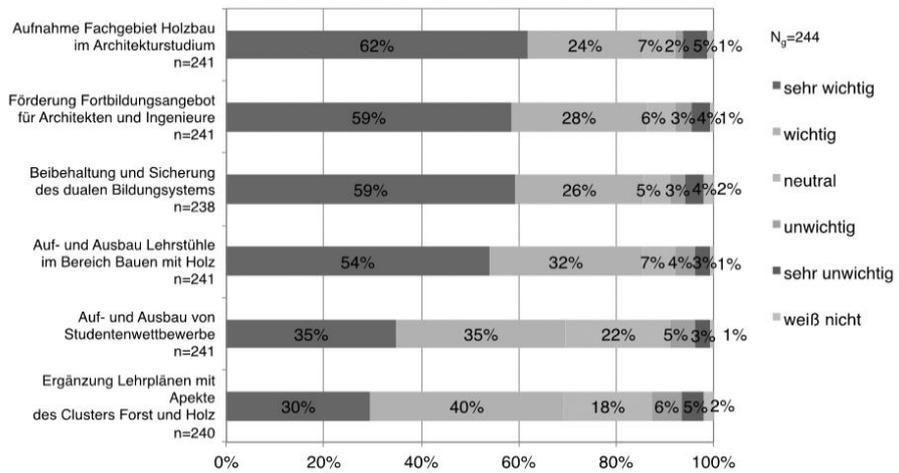


Bild 4.23 Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmvorschläge betreffend politische Rahmenbedingungen – Bildungspolitik ¹⁰⁹⁰

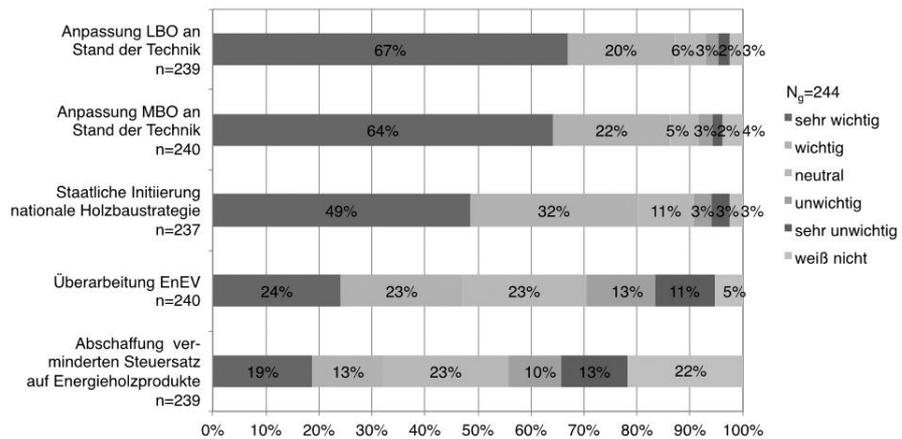


Bild 4.24 Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmvorschläge betreffend politische Rahmenbedingungen – Strukturpolitik ¹⁰⁹¹

Betreffend die Maßnahmvorschläge zu politischen Rahmenbedingungen zeigt sich im Bereich Strukturpolitik vor allem die Anpassung der Landesbauordnung (LBO) sowie der Musterbauordnung (MBO) zufolge 87 %

¹⁰⁹⁰ DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. S. 33-35

¹⁰⁹¹ DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. S. 33-35

bzw. 86 % der Befragten als sehr wichtig bzw. wichtig. Daneben ist eine staatliche Initiierung einer nationalen Holzbaustrategie für die Befragten zu über 81 % sehr wichtig bzw. wichtig.

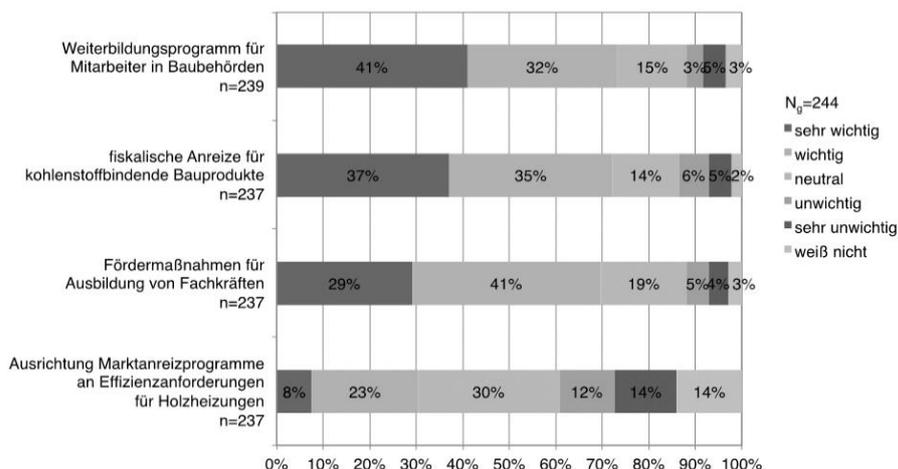


Bild 4.25 Ergebnisse Studie DHWR – Maßnahmenvorschläge betreffend politische Rahmenbedingungen – Förderpolitik¹⁰⁹²

Demgegenüber steht im Bereich der Förderpolitik vor allem die Weiterbildung der Mitarbeiter in Baubehörden zum Thema Holzbau, was von 73 % der Befragten als sehr wichtig bzw. wichtig im Rahmen der Maßnahmenvorschläge zu den politischen Rahmenbedingungen des Holzbaus genannt wird. Auch der fiskalische Anreiz für CO₂-bindende Bauprodukte wird von 72 % der Befragten als sehr wichtig bzw. wichtig angesehen.

Diese in Deutschland durchgeführte Studie zeigt, dass sich die Hemmnisse gegenüber dem Baustoff Holz einerseits in brancheninternen Bereichen und andererseits auch in den politischen Rahmenbedingungen widerfinden. Die Ergebnisse können allerdings unisono auf Österreich sowie auch andere Länder, in welchen der Holzbau stetig wächst und dennoch prozentuell eine geringe Quote am Bauproduktmarkt einnimmt, umgelegt werden. Zahlreiche Themenfelder wurden und werden laufend von verschiedenen Institutionen und Forschungseinrichtungen bearbeitet und weiterentwickelt, um diese bestehenden Hemmnisse künftig weiter zu verringern.¹⁰⁹³ Dennoch gilt es auch, die allgemein bestehende Euphorie im Holzbau mit Bedacht und Kontinuität zu stützen, um nicht durch technische Mängel und wirtschaftliche Fehlentscheidungen ein langfristiges Wachstum im Holzbau durch vorschnelles Handeln und vorausseilenden Eifer zu verhindern.

¹⁰⁹² DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. S. 33-35

¹⁰⁹³ Vgl. KOPPELHUBER DANIELA: Ökologie als Planungsaufgabe im Geschosswohnungsbau – Aspekte der Nachhaltigkeit im Kostenvergleich der Baustoffe. S. 11 ff

4.3 Planung im Holzbau

Das vielfach diskutierte und oftmals in ein schlechtes Licht gerückte Thema der Planung im Bauwesen weist auch im Bereich des Holzbaus eine kontrovers geführte Diskussion auf. Aufgrund von Unklarheiten in der Verteilung der Planungsaufgaben unter den Planungsbeteiligten sowie dem hohen Detaillierungsgrad im Holzbau sind die Planungsprozesse im Holzbau im Vergleich zum allgemeinen Bauwesen durch die Zusammenhänge teils anders gelagert. Demnach scheint es zielführend, dem Thema Planung im Holzbau eine verstärkte Aufmerksamkeit zukommen zu lassen, sowie den Bezug zu allgemeinen Regelungen die Planungsleistungen im Bauwesen betreffend herzustellen. Hierfür wird einerseits auf die Grundlagen aus Kap. 2.2 zurückgegriffen, andererseits gilt es zusätzliche holzbauspezifische Randbedingungen aufzugreifen und zu berücksichtigen.

4.3.1 Entwicklungen und Status quo in der Holzbauplanung

Die Planung von Holzbauten hat sich im Laufe der vergangenen Jahre und Jahrzehnte stark an neue Anforderungen angepasst. Aufgrund der sich großteils ändernden Konstruktionsarten sowie den neu hinzugekommenen Baustoffen hat sich das Bild des klassischen Zimmerers, welcher früher einen Dachstuhl mit der Hand konstruiert und danach händisch abgebunden hat, gänzlich verändert. Neu entwickelte Baustoffe, eine Fülle von Normen, Leitfäden und Verarbeitungsgrundsätzen sowie zahlreiche weitere Ausbaugewerke ergänzen mittlerweile den Holzbau von der tragenden Konstruktion hin zu einer komplettierten Gebäudehülle. Demnach hat sich auch der Umfang und Inhalt der planlichen Darstellungen eines Holzbaus stark gewandelt. Galt es im Holzbau über Jahrzehnte lang als ausreichend, das typische Standard-Anschlussdetail technisch exakt festzulegen und dieses dann der Geometrie des Gebäudes entsprechend an die jeweilige Anschlusssituation anzupassen, so ist dies mittlerweile aufgrund der vorhandenen Fertigungs- und Automatisierungstechnologien nicht mehr befriedigend. Es ist demnach für jedes Detail ein einzelner Plan sowie für jeden Bauteil eine einzelne Abbundzeichnung zu erstellen, um sie gemäß der Montageplanung auf der Baustelle am richtigen Ort infolge der zuvor erstellten Werkstattplanung einbauen zu können. Über Jahrhunderte war jedoch mit einer Dachausmittlung¹⁰⁹⁴, einem Grundriss sowie einem Schnitt und einiger weniger Anschlussdetails die Arbeit des Zimmerers ausreichend festgelegt.

Durch die Entwicklung zahlreicher neuer Baustoffe und Bauteile im und für den Holzbau sowie einer großen Menge an Verbindungsmitteln bzw.

¹⁰⁹⁴ Eine Dachausmittlung ist die Verschneidung mehrerer Dachflächen im Grundriss, wobei sie der Festlegung der begrenzenden Kanten (Grate, Ichsens, Kehlen und Ortgang) dient und deren exakte Lage sowie die Entwässerungsrichtung festlegt. Vgl. SCHOPBACH, H. et al.: Grundwissen moderner Holzbau – Praxishandbuch für den Zimmerer. S. 82 ff

Verbindungstechnik ist es mittlerweile erforderlich geworden, dass vor allem im Falle eines hohen Vorfertigungsgrades jedes einzelne Bauteil mit der zugehörigen Anschlusssituation angepasst an sämtliche Geometrien der gesamten Konstruktion im Vorfeld eindeutig festzulegen und zu planen ist. Es zeigt sich jedoch, dass die Anpassung der Leistungsphasen der einzelnen Planer, welche all die erforderlichen Informationen zur Komplettierung eines ausführungsfähigen Detailplanes im Vorfeld definieren, bis dato noch nicht erfolgt ist. Durch diese nicht vorhandene Festlegung mit der Frage wer was wann und in welchem Umfang zu liefern bzw. zu planen hat, entstehen vor allem im Holzbau oftmals Unstimmigkeiten betreffend der Verantwortlichkeiten und Schnittstellen hierfür, sowie bzgl. der Vergütung der dennoch notwendigen Planerleistung.¹⁰⁹⁵

Im Rahmen einer im Jahr 2016 an der TU Graz durchgeführten Expertenbefragung zum Thema Holzbauplanung gaben 57 % der Befragten an, dass vor allem der Mangel an fachkundigem und erfahrenem Personal als die größten Probleme im Planungsprozess des Holzbaus anzusehen sind. 48 % nannten die zu späte Einbeziehung der Beteiligten neben Fehlern im Ablauf des Planungsprozesses an sich (33 %) und die fehlende Koordination der Schnittstellen (33 %) als problematisch. Ebenso wurden in diesem Zuge typische Planungsfehler sowie die fehlende Standardisierung und die mangelnde Bereitschaft zu Neuerungen durch die Planer als Gründe angeführt.

Des Weiteren wurde seitens der Experten eine Risikoeinschätzung vorgenommen, in welchen Planungsphasen des Holzbaus die Gefahr für Informationsverluste und Verzögerungen im Planungsprozess am größten sind. Das nachfolgende Bild 4.26 zeigt, dass das Risiko für Verzögerungen bis hin zur Werkplanung stetig ansteigt und erst mit Beginn der Vorfertigung wieder abnimmt. Ähnlich sieht der Verlauf von Informationsverlusten aus, welche allerdings an den Phasenübergängen deutlich höhere Werte aufweist, als während der einzelnen Phasen.¹⁰⁹⁶

¹⁰⁹⁵ Vgl. ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.: Planungsprozesse und Kooperationsmodelle im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 203 ff

¹⁰⁹⁶ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 50

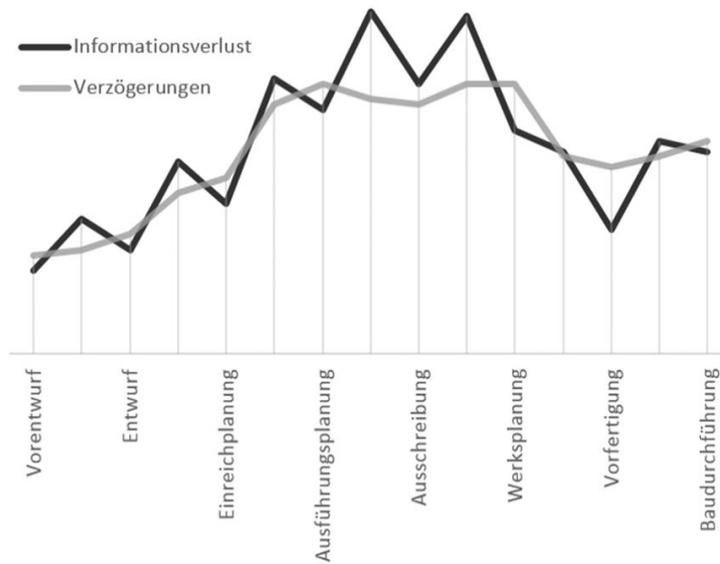


Bild 4.26 Risikoeinschätzung für Informationsverluste und Verzögerungen im Planungsprozess Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹⁰⁹⁷

Die größte Gefahr von Informationsverlusten besteht demnach im Übergang von der Ausführungsplanung hin zur Ausschreibung sowie zwischen Ausschreibung und Werkplanung.

Um diese Risiken zu verringern bzw. gänzlich zu vermeiden, wurden die Experten zu möglichen Lösungsvorschlägen befragt. Hierbei wurden von 56 % der Befragten die integrale Planung und von 32 % eine Optimierung des Planungsprozesses sowie von 28 % eine verbesserte Kommunikation der Beteiligten als mögliche Lösung genannt. Des Weiteren würden auch fachkundiges bzw. erfahrenes Personal, die Zunahme der Standardisierung sowie eine ausführliche Dokumentation ¹⁰⁹⁸ wesentlich zur Risikosenkung im Bereich der Informationsverluste beitragen, wie in Bild 4.27 ersichtlich. ¹⁰⁹⁹

¹⁰⁹⁷ ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 50

¹⁰⁹⁸ Vgl. KARASEK, G.: Beweispflicht und Dokumentation bei Behinderungen. In: Tagungsband 8.Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar. S. 112 ff

¹⁰⁹⁹ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 51

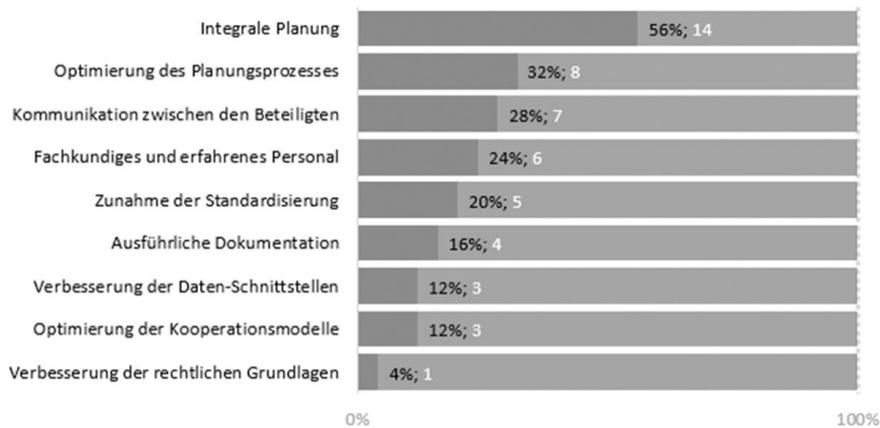


Bild 4.27 Möglichkeiten zur Vermeidung von Informationsverlusten im Planungsprozess Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁰⁰

Um Verzögerungen im Planungsprozess des Holzbaus zu verringern bzw. zu vermeiden, gaben 44 % der Experten eine Optimierung des Planungsprozesses, 37 % eine durchdachte Planung und 19 % fachkundiges und erfahrenes Personal an (Bild 4.28). Des Weiteren wurden auch in diesem Bereich die integrale Planung, die Kommunikation der Beteiligten sowie die Verbesserung der Datenschnittstellen als mögliche Gründe genannt. ¹¹⁰¹

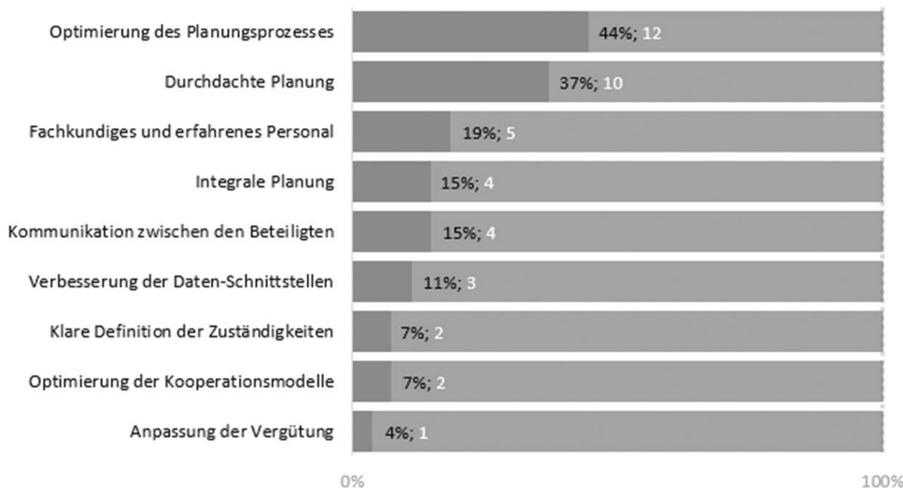


Bild 4.28 Möglichkeiten zur Vermeidung von Verzögerungen im Planungsprozess Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁰²

¹¹⁰⁰ ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 51

¹¹⁰¹ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 54

¹¹⁰² ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 54

Unklare Definitionen, eine Optimierung der Kooperationsmodelle sowie eine Anpassung der Vergütung stellt für die Befragten eine weniger geeignete Möglichkeit zur Vermeidung von Verzögerungen dar. Ergänzend dazu sind auch zur Reduktion von Verzögerungen die Verbesserung der Daten-Schnittstellen, die Optimierung der Kooperationsmodelle sowie die Verbesserung der rechtlichen Grundlagen eher nicht geeignet.¹¹⁰³

Eine frühzeitige Einbeziehung von Experten führt zu einer Optimierung des Planungsprozesses an sich, was dem Prinzip einer integralen Planung entspricht.

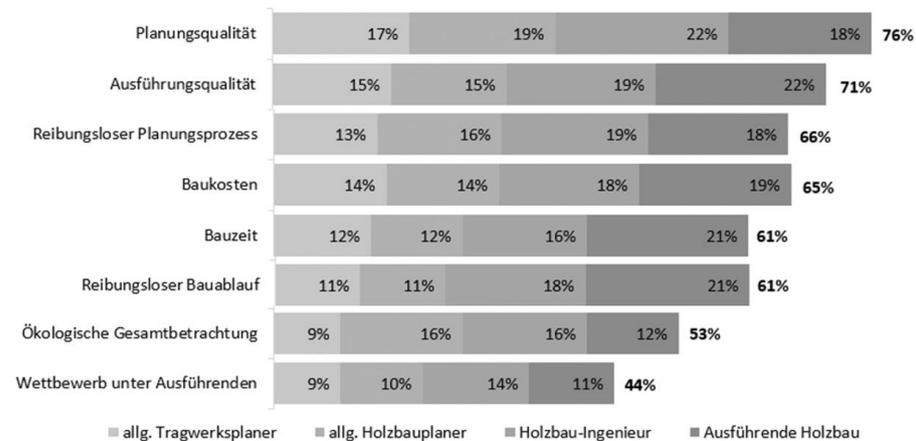


Bild 4.29 Auswirkung durch Integration von Fachplanern im Planungsprozess Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017¹¹⁰⁴

Wesentlich erscheint in diesem Zusammenhang (Bild 4.29), dass vor allem die Einbeziehung eines spezialisierten Holzbau-Planers, eines Holzbau-Ingenieurs sowie des ausführenden Holzbauunternehmens für zahlreiche Bereiche, wie bspw. die Planungs- und Ausführungsqualität sowie die Baukosten und Bauzeit gekoppelt mit einem reibungslosen Bauablauf seitens der Befragten mit durchschnittlich 20 % eingestuft werden. Dies zeigt, dass dem Thema integrale Planung im Holzbau in den kommenden Jahren verstärkte Bedeutung beigemessen wird, wobei sich diese, gemäß 68 % der Befragten, in den nächsten 2 bis 10 Jahren durchsetzen wird.¹¹⁰⁵

Um die geforderte Planungstiefe im Holzbau im Zuge der Vorfertigung auch gewährleisten zu können, bedarf es der Einbindung zahlreicher Fachplaner im Laufe der Planungsphasen gemäß der ÖNORM B 6241-2 (Vgl. Kap. 2.2.2). Dabei zeigt sich tendenziell, dass vor allem in den frühen Phasen des Planungsprozesses der Bauherr aufgrund seiner notwendigen Entscheidungen, ebenso wie der Architekt als dessen Umsetzer, stark involviert sein sollte.

¹¹⁰³ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 54

¹¹⁰⁴ ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 57

¹¹⁰⁵ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 58

Dies reicht von der Projektidee bis hin zur Ausschreibung, wobei mit Beginn des Entwurfs bereits der allgemeine Tragwerksplaner und mit Beginn der Ausführungsplanung der Holzbauplaner bzw. Holzbau-Ingenieur sowie auch bereits das ausführende Holzbauunternehmen maßgeblich in die Entscheidungsprozesse integriert werden sollten.¹¹⁰⁶

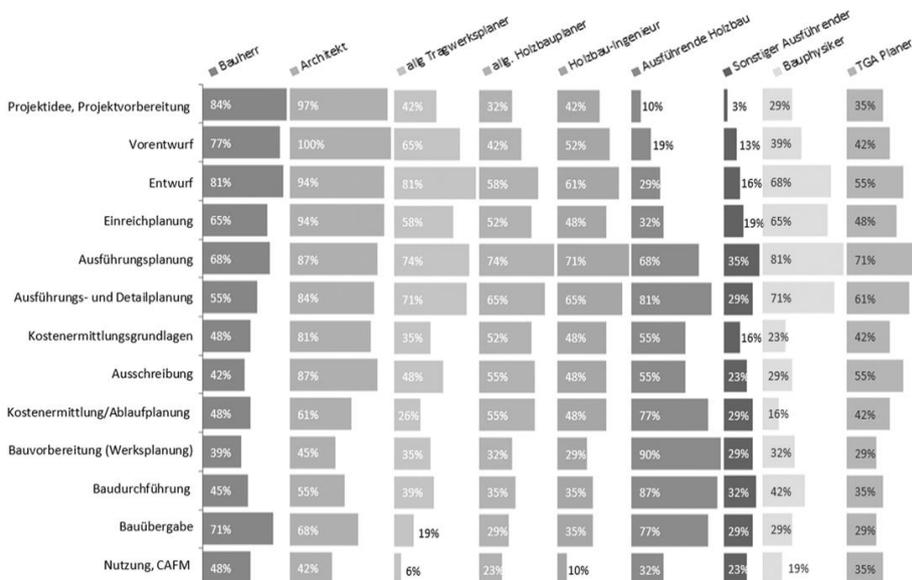


Bild 4.30 Integration Planungsbeteiligte in die Planungsphasen gemäß ÖNORM B 6241-2 – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁰⁷

Spätestens während der Phase der Ausführungs- und Detailplanung sollte eine verstärkte Eingliederung des Bauphysikers sowie des TGA-Planers in den Prozess erfolgen, besser jedoch noch davor bereits zum Zeitpunkt des Entwurfs bzw. der Einreichplanung, wie in Bild 4.30 ablesbar. In den Phasen ab der Baumsetzung bis zur Bauübergabe sollten naturgemäß das ausführende Holzbauunternehmen sowie auch der Architekt und der Bauherr wiederum verstärkt involviert sein. Daneben kommt auch während dieser Phasen dem allgemeinen Holzbauplaner bzw. Holzbau-Ingenieur sowie dem Bauphysiker und TGA-Planer eine wesentliche Bedeutung zu.¹¹⁰⁸

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wer die erforderlichen Planunterlagen in den jeweiligen Planungsphasen in der Praxis erstellt. Es wird erkennbar (Bild 4.31), dass die ausführenden Unternehmen teilweise Planungsleistungen, wie bspw. die Ausführungsplanung, Konstruktions- und Detailplanung sowie Werkplanung erbringen, mit welchen sie zumeist gar nicht beauftragt sind.

¹¹⁰⁶ Vgl. STINGL, H.: Nachlese Siebzehnter Holzbau Statikstammtisch – Rationelle Erdbebenbemessung im Holzbau ?. In: Vortrag im Rahmen des 18. Holzbau Statikstammtisches. S. 1 ff

¹¹⁰⁷ ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 60

¹¹⁰⁸ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 60

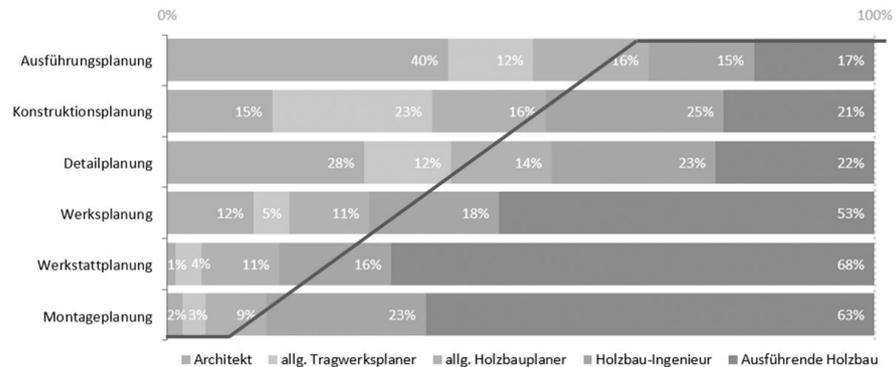


Bild 4.31 Planungsleistungen unterschiedlicher Planungsbeteiligter in den Planungsphasen – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁰⁹

Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, dass die Entscheidungen entweder zu spät getroffen werden oder aber andererseits die holzbautechnische Kompetenz in der Planung bei den Architekten und Tragwerksplanern sowie Bauphysikern und TGA-Planern zu gering ausgeprägt ist.

Demnach nennen auch die Befragten die erforderliche Aus- und Weiterbildung speziell im Holzbau als notwendige Entwicklung, welche jedoch nicht nur theoretische Kenntnisse, sondern auch die praktische Erfahrung in der Umsetzung beinhalten sollte. Dabei stehen vor allem detaillierte Kenntnisse betreffend Material und Bausystem sowie konstruktive Kenntnisse und Erfahrung als Planer und auch auf Baustellen im Mittelpunkt der Forderungen.¹¹¹⁰

Die Lösung wird gemäß der Befragung in der Umsetzung kooperativer Planung gesehen. Mehr als 82 % der Befragten geben an, dass sich diese im Vergleich zum Einzelunternehmer bzw. Generalplaner als die am besten geeignete Methode zur Verbesserung der Planungssituation im Holzbau darstellt. Zugleich erachten 97 % der Befragten es als sinnvoll, einen beratenden Holzbau-Ingenieur bereits in den frühen Phasen eines Planungsprozesses im Holzbau hinzuzuziehen. Auch eine Kooperation zwischen den Planungs- und Ausführungsbeteiligten wird von 88 % der Befragten für sinnvoll erachtet, wobei hierbei auch die klassischen Modelle wie Generalunternehmer (72 %) und auch Totalunternehmer (51 %) als sehr geeignet bzw. geeignet eingestuft werden.¹¹¹¹

Letztlich zeigt sich, dass durch die Forcierung der integralen Planung im Holzbau sowohl Vorteile und Chancen bestehen, aber auch Nachteile und Risiken vorliegen. Durch die zeitliche Vorverlagerung ist der Bauherr dazu gezwungen, seine Entscheidungen frühzeitig und unwiderruflich zu tref-

¹¹⁰⁹ ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 62

¹¹¹⁰ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 62 ff

¹¹¹¹ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 64, 65

fen, was aber gleichzeitig bei einem konsequenten Einsatz integraler Planungsmethoden eine Kosten- und Zeitersparnis in den späteren Phasen sowie der Ausführung mit sich bringen kann. Durch die modellbasierte Kommunikation der frühzeitigen Kostensicherheit sowie einer großteils kollisionsfreien Planung auf Basis des gemeinschaftlichen Bauens kann einerseits die Praxis der Nachtragsforderungen reduziert und der Konkurrenzgedanke damit minimiert werden. Aufgrund der Integration von fachlich-qualifizierten Holzbau-Planern kann mittels Kooperation der spätere Koordinationsaufwand verringert und damit der Projekterfolg gesteigert werden. Allerdings ergeben sich aufgrund der zeitlichen Vorverlagerung einzelner Planungsphasen auch eine Verlagerung der Kosten sowie ev. eine frühzeitige Vergabe. Um das damit zusammenhängende Risiko im Vergabeprozess weitestgehend zu minimieren, bedarf es eines Kulturwandels im Bauwesen. Dies bedingt die Anpassung der Verträge und deren Umsetzung ebenso wie der darauf aufbauenden Prozessgrundlagen. Die Teamzusammensetzung sowie deren fachliche Kompetenz kann bei falscher Integration bzw. nicht ausreichendem Kenntnisstand der Beteiligten ein erhebliches Risiko mit sich bringen, wobei dies im Falle der integralen Planung auch frühzeitig erkannt werden kann und damit veränderbar bzw. anpassbar bleibt. Zuletzt besteht gerade für den Holzbau die Chance, da dieser aufgrund seines Vorfertigungsgrades dazu prädestiniert ist, die integrale Planung voranzutreiben und damit eine Optimierung der Planungsprozesse im Allgemeinen zu unterstützen.¹¹¹²

4.3.2 Planungsprozesse und Planungsphasen im Holzbau

Es ist der Tatsache geschuldet, dass die Planung im Holzbau aufgrund des zumeist hohen Vorfertigungsgrades und der damit zusammenhängenden größeren Detaillierung zu einem frühen Zeitpunkt eines differenzierten Planungsprozesses bedarf. Zahlreiche Lösungen im Holzbau erfordern die Einbindung ausführender Unternehmen oder spezifisch im Holzbau ausgebildeter Fachplaner, um adäquate Lösungen, welche auch im Rahmen der Vorfertigung umsetzbar sind, zu entwickeln.¹¹¹³ Demnach scheint es im Allgemeinen nicht zielführend, im Holzbau auf den klassischen linearen Planungsprozess zurückzugreifen, da die Einbindung des ausführenden bzw. produzierenden Unternehmens erst nach der Vergabe erfolgt und daher in vielen Fällen es zu einer Re-Design-Phase kommt (Vgl. Kap. 2.2.2).¹¹¹⁴

¹¹¹² Vgl. ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.: Planungsprozesse und Kooperationsmodelle im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 237 ff

¹¹¹³ Vgl. HUß, W.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 1 – Teil A leanWood Herausforderungen & Motivation. Forschungsbericht. S. 10 ff

¹¹¹⁴ Vgl. ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.: Planungsprozesse und Kooperationsmodelle im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 204 ff

Aufbauend auf die im Bauwesen hauptsächlich angewandten linearen Planungsprozesse gilt es der Frage nachzugehen, welche holzbauspezifischen Randbedingungen durch bspw. das Thema der Vorfertigung bestehen und wie diese im Planungsprozess berücksichtigt werden können bzw. müssen. Durch die größer und komplexer werdende Bauaufgabe sowie die Integration gewerkespezifischer Besonderheiten bspw. durch das Thema holzbauspezifischer Bauphysik, holzbauadäquater Gebäudetechnik zusammen mit materialspezifischen Besonderheiten in der Tragwerksplanung, bedarf der Holzbau einer umfassenden Planungs- und Beratungsleistung, welche vor allem die Vorfertigung und damit Umsetzbarkeit der Konstruktion berücksichtigt. Um dies zu ermöglichen, ist es notwendig, diese Kompetenz entweder durch fachlich im Holzbau ausgebildete Holzbau-Planer oder qualifizierte Holzbauunternehmen in das an der Umsetzung beteiligte Team zu integrieren. Dies bedingt die Notwendigkeit, dass einerseits eine ausreichende Menge qualifizierter Fachplaner im Holzbau tätig sind und andererseits das Thema einer frühzeitigen Vergabe durch die Einbindung des ausführenden Holzbauunternehmens ermöglicht wird. Diese Lösung birgt jedoch auch die Gefahr, dass es zu einer wettbewerbsverzerrenden Situation kommen kann und die Vergleichbarkeit der Angebote im Zuge der nach der Planung durchgeführten Ausschreibung wenig bis kaum besteht, da die Detaillösungen firmenspezifisch ausfallen.¹¹¹⁵

Die zurzeit nicht nur im allgemeinen Bauwesen, sondern auch im Holzbau vorherrschende sequentielle Planung (Vgl. Kap. 2.2.2) beginnt mit dem Vorentwurf bzw. Entwurf des Architekten und integriert im Laufe der linear aufeinanderfolgenden Planungsphasen weitere Fachplaner, um eine immer detailliertere und vor allem ausführbare Planung zu erstellen. Die Integration des Bauherrn vom Entwurf bis zur Ausführungsplanung bedarf konkreter unwiderruflicher Entscheidungen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt, um eine realisierbare Umsetzung in der Vorfertigung zu erlauben. Durch die Trennung der Planungsphasen in Form der Vergabe an das ausführende Unternehmen kommt es zur Übergabe der Ausführungsplanung an selbige, welches die Werk- und Montageplanung umsetzt. Dieses Prinzip ist in nachfolgendem Bild 4.32 dargestellt.¹¹¹⁶

¹¹¹⁵ Vgl. HUB, W.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 1 – Teil A leanWood Herausforderungen & Motivation. Forschungsbericht. S. 11, 12

¹¹¹⁶ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 10 ff

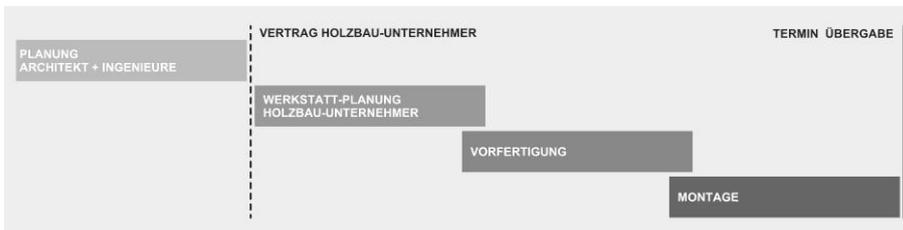


Bild 4.32 Linearer Planungsprozess im Holzbau in der Theorie gemäß leanWOOD ¹¹¹⁷

Dabei gestaltet sich dieser theoretische Ansatz jedoch insofern schwierig, da die meisten Architekten und Tragwerksplaner nicht die detaillierte Holzbaukenntnis und Planungserfahrung mit diesem Baustoff haben und demnach die Ausschreibung sowie auch die Ausführungsplanung nicht die notwendige Detaillierung aufweist. Es zeigt sich damit, dass es zwangsweise zu einer Re-Design-Phase durch das ausführende Holzbauunternehmen durch die Anpassung der Details an unternehmensspezifische Systeme der Planung, Vorfertigung und Montage kommt.

Der dabei auftretende Zielkonflikt birgt einerseits die Gefahr des Verlustes einer wirtschaftlichen Planung aufgrund der neuerlichen Konstruktionsphase, andererseits sind Verzögerungen in der Planungs- bzw. Entscheidungsphase durch die zusätzlichen Schnittstellen zu erwarten. Das nicht ausreichende holzbauliche Know-how einzelner Fachplaner sowie das fehlende Verständnis für die Bedürfnisse des anderen und die ineffiziente Zusammenarbeit an den Schnittstellen erzeugen einen inadäquaten Prozess mit großem Konfliktpotenzial.



Bild 4.33 Linearer Planungsprozess im Holzbau in der Praxis gemäß leanWOOD ¹¹¹⁸

Durch die Unklarheiten betreffend Verantwortlichkeiten, Entscheidungsbefugnissen, Zuständigkeiten und Kompetenz entstehen Zielkonflikte ab dem Zeitpunkt der Ausführungsplanung bis hin zu Werk- und Montageplanung. Die damit einhergehenden Verzögerungen in der Planung und Fer-

¹¹¹⁷ HUB, W.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 1 – Teil A leanWood Herausforderungen & Motivation. Forschungsbericht. S. 7

¹¹¹⁸ HUB, W.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 1 – Teil A leanWood Herausforderungen & Motivation. Forschungsbericht. S. 7

tigung bedingen zusätzliche Kosten für erhöhte Planungsleistungen, Kommunikation und Problemlösungen. Die entstehenden Fehler und Lücken sowie die Verzögerung des Fertigstellungstermins erzeugen Spannungen und Unzufriedenheit bei den Beteiligten und sind dem Holzbau an sich nicht zuträglich.¹¹¹⁹

Bei Betrachtung der Planungsphasen, welche im Zuge der Holzbauplanung auftreten, zeigt sich, dass durch erhöhte technische Anforderungen sowie dem zugrunde liegenden Vorfertigungsrad maßgebliche Entscheidungen sowohl des Bauherrn als auch weiterer Fachplaner, zeitlich nach vorne in frühere Planungsphasen verschoben werden. Dies ist im mineralischen Massivbau vor Ort nicht der Fall. Die Fertigung im Werk bedarf Entscheidungen und Festlegungen, welche im Vergleich dazu auf konventionellen Baustellen großteils erst vor Ort getroffen werden.

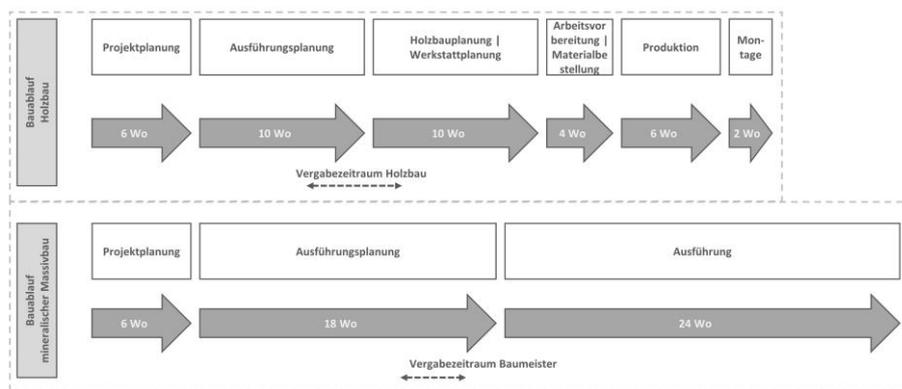


Bild 4.34 Vergleich möglicher Planungs- und Bauphasen im Holzbau und mineralischen Massivbau ¹¹²⁰

Für den Holzbau gelten ebenso wie für alle anderen Baustoffe die Normen, Regelwerke, Empfehlungen und Planungsleitfäden der jeweiligen Länder (Vgl. Kap. 2.2.2). Demnach ist auf dieser baustoffneutralen Basis keine Unterscheidung getroffen, ob die Bearbeitungstiefe, wie im Falle des Holzbaus, zu einem frühen Zeitpunkt gleich hoch oder höher sein muss, um in der Ausführungsplanung bereits die Grundlagen der Vorfertigung zu integrieren. Es ist daher in diesem Zusammenhang durchaus problematisch, dass die am Planungsprozess Beteiligten zumindest in der Definition der Verantwortlichkeiten, Schnittstellen und des Detaillierungsgrades nicht unterscheiden, ob die Planung eines mineralischen Massivbaus oder eines Holzbaus durchzuführen ist. Dennoch erscheint es zweckmäßig, vor allem aufgrund der zuvor beschriebenen oftmals auftretenden Re-Design-

¹¹¹⁹ Vgl. LATTKE, F.; HERNANDEZ-MAETSCHL, S.: leanWOOD – advancing performance of design teams in timber construction. In: proceedings WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering, 2016. S. 2

¹¹²⁰ weiterentwickelt aus: KOLB, J.: Holzbau mit System. S. 24

Phase im Holzbau, an dieser Stelle umfassendere Definitionen in der Vertragsgestaltung zu tätigen, um Unklarheiten in der Verantwortlichkeitsverteilung zu vermeiden.¹¹²¹

Aufbauend auf den Planungsphasen gemäß LM.V.2014 bzw. der HOAI (Vgl. Kap. 2.2.4), welche als baustoffneutrale Definition einzelner Leistungsumfänge in punkto Planung anzusehen sind, zeigt sich, dass weder die Besonderheiten des Baustoffs Holz darin Berücksichtigung finden, noch die sich aus der Vorfertigung ergebenden Eigenheiten. Diese Merkmale ergeben sich einerseits durch die Materialspezifika, andererseits durch die Verarbeitungstechnologien sowie die damit zusammenhängenden Lieferketten. Schlussendlich ist es jedoch immer eine Frage der Aus- und Weiterbildung bzw. des Kenntnisstandes der involvierten Planer, ob und in welchem Umfang Charaktere aller Baustoffe auch korrekt und adäquat berücksichtigt werden.¹¹²²

Die Grundlage hierfür bilden die Definitionen der einzelnen Planungsleistungen sowie die Interpretationen selbiger durch die jeweiligen Fachplaner bzw. Beteiligten. Dabei kommen den teils unterschiedlich verwendeten bzw. verstandenen Begriffen Konstruktionsplanung, Werk(s)planung, Ausführungsplanung, Werkstattplanung, Produktionsplanung und Montageplanung große Bedeutung zu. Sobald diese eindeutig definiert bzw. ev. normiert sind und ihr Umfang und Detaillierungsgrad inklusive der Verantwortlichen feststehen, ist neben technischen Problemen eine lösungsorientierte Bearbeitung leichter möglich.

Das nachfolgende Bild 4.35 gibt einen Überblick einer Planung eines Elementes mit den grundsätzlichen Phasen, Schnittstellen und Inhalten.

¹¹²¹ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 18

¹¹²² Vgl. MEHRL, C.: Die neue standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – begleitender Leitfaden zur LG HB 36 – Holzbauarbeiten). S. 66 ff

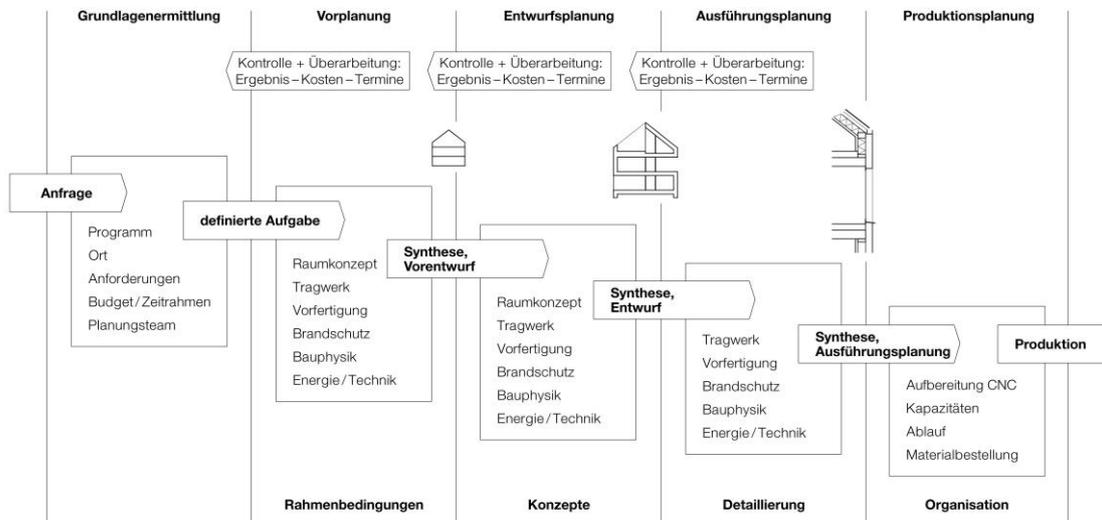


Bild 4.35 Planungsphasen am Beispiel einer Elementproduktion ¹¹²³

Es zeigt sich, dass die Planungsphasen im Holzbau überlappend sind und neben Kontrollmechanismen vom Konzept bis ins Detail Inhalte vorweisen, welche einerseits die Kompetenz der Planer, als auch die Integrität dieser an der Planungsaufgabe des Gegenübers erfordert.

4.3.3 Schnittstellen und Leistungsbild in der Holzbauplanung

In der Realität findet jedoch eine Vielzahl von Begriffen Verwendung, wobei diese in verschiedenen Situationen und von unterschiedlichen Beteiligten jeweils anders eingesetzt werden. Demnach ist eine derart weitgestreute freie Interpretation bzw. Auslegung durchaus problematisch in der täglichen Planungsarbeit. Die Integration der holzbaulichen Besonderheiten (Elementierung, Montageablauf, udgl.) bereits in der Entwurfsphase erfordert in einer sehr frühen Phase der Planung die Einbindung von Know-how in zuvor festgelegtem Umfang und Tiefe. In diesem Zusammenhang treten Begriffe auf, welche teilweise in Normen und Regelwerken bzw. Planungsleitfäden zumindest im Ansatz definiert sind, jedoch einen Interpretationsspielraum für die Beteiligten zulassen. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass diese Festlegungen baustoffneutral sind und damit dem jeweiligen Fachplaner den erforderlichen Handlungsspielraum zugestehen. Zusätzlich besteht jedoch auch die Gefahr, dass aufgrund eines zu geringen Detaillierungsgrades in den Begrifflichkeiten die Weitläufigkeit in der Auslegung groß ist. ¹¹²⁴

¹¹²³ KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. S. 131

¹¹²⁴ Vgl. MEHL, C.; KOPPELHUBER, J.: Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG HB 36 – Holzbauarbeiten. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 41 ff

An dieser Stelle werden demnach einige Begriffe näher definiert, wobei hierfür unterschiedliche Regularien die Basis bilden. Sämtliche Begriffe, welche gemäß LM.VM.2014 für alle Gewerke bzw. Baustoffe gleichermaßen gelten, werden an dieser Stelle nicht weiter erläutert. Zu jenen Themen, welche speziell im Holzbau zu weitreichenden Diskussionen führen und von den Beteiligten teils unterschiedlich interpretiert werden, finden sich nachfolgend weitere Erläuterungen.

Die Leistungsumfänge der speziell im Holzbau meist umfangreichen Konstruktionsplanung sowie der Statik sind gemäß LM.VM.2014 entsprechend den allgemeinen Regelungen für Leistungen der Tragwerksplanung gleichgestellt. Allerdings besteht eine durchaus konträre Auslegung im Bereich der weiteren Integration von Informationen aus der Statik, der Tragwerksplanung, der Architektur sowie der TGA, der Bauphysik und des Brandschutzes. Vor allem im Holzbau kommt aufgrund der Vorfertigung und des frühzeitig erforderlichen hohen Detaillierungsgrades dem Thema Ausführungsplanung eine erhebliche Bedeutung zu. Ist im mineralischen Massivbau vor Ort das Thema baubegleitender Planung aufgrund der baustellenorientierten konventionellen Bauabläufe eine Entscheidungsfindung in den Details für eine qualitative Ausführung nicht zuträglich, jedoch noch vor Ort möglich, entstehen aufgrund vorgefertigter Bauteile durch eine derartige Vorgehensweise nicht nur im Holzbau, sondern in sämtlichen Bauweisen mit vorgefertigten Teilen erhebliche Reibungsverluste bis hin zum gänzlichen Stillstand. Es ist somit notwendig, vor allem dem Thema Ausführungsplanung erhöhte Aufmerksamkeit zukommen zu lassen. Diese Erkenntnis besteht zwar sowohl in der Bauherrenschaft als auch unter Planern und Ausführenden. Jedoch fehlt eine eindeutige Defi-

tion sowie die Festlegung der Verantwortlichkeit hierfür bzw. eine Festlegung des Umfangs und Detaillierungsgrades innerhalb dieser Planung.¹¹²⁵

Das nachfolgende Bild zeigt die Chancen und Risiken einer baubegleitenden Planung im Vergleich zur holzbaugerechten Planung.

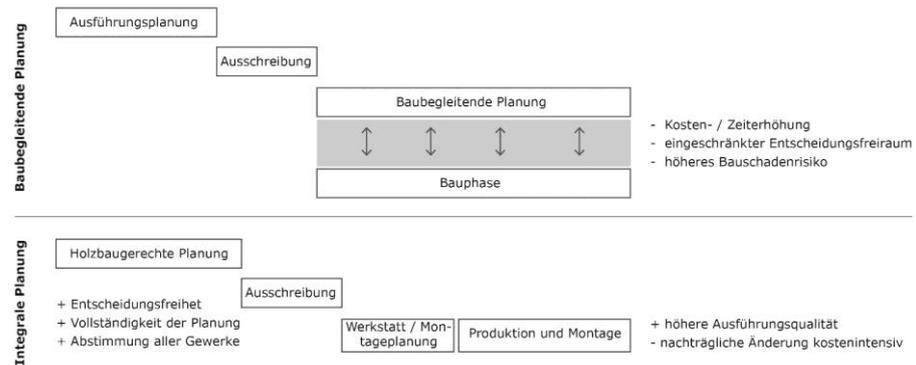


Bild 4.36 Vergleich baubegleitende und holzbaugerechte Planung – Chancen und Risiken gemäß leanWOOD¹¹²⁶

Um diese wenig zufriedenstellende Situation zumindest tw. zu steuern, wurde im Rahmen der Neuauflage der Werkvertragsnorm ÖNORM B 2215 Holzbauarbeiten der Versuch unternommen, das Thema Planung (auf Unternehmensseite) zumindest im Ansatz zu verbessern, um damit den Unternehmen einen besseren Schutz vor Übernahme nicht bezahlter Leistungen zu gewähren bzw. eine Bewusstseinsbildung vorzunehmen.

Demnach kennt die ÖNORM B 2215 unter Pkt. 4.3 in der Neufassung 2017 den Passus „Vom Auftraggeber zu erbringende Voraussetzungen“. Die ÖNORM benennt dabei den vollen Umfang der zu erbringenden Planungsleistungen folgendermaßen:

„Vom Auftraggeber zu erbringende Voraussetzungen sind Ausführungs-, Detail- und Konstruktionspläne nach Art und Größe des Objekts, im für die Ausführung erforderlichen Umfang und Detaillierungsgrad unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen und Angaben aus den Fachplanungen wie Tragwerksplanung, bauphysikalische Planung, Haustechnikplanung, Elektroplanung, Brandschutzplanung, Holzschutzplanung, zB bei Gebäuden mindestens im Maßstab 1:20, sowie die Eintragung aller Maßangaben und Materialbestimmungen zur Umsetzung in die Ausführung ohne weitere Fachplanung.“¹¹²⁷

¹¹²⁵ Vgl. LATTKE, F.; SCHLEHLEIN, M.: leanWOOD | Buch 5 – Teil A Das Prinzip lean in der Ausführungs- und Werkstattplanung. Forschungsbericht. S. 7 ff

¹¹²⁶ LATTKE, F.; SCHLEHLEIN, M.: leanWOOD | Buch 5 – Teil A Das Prinzip lean in der Ausführungs- und Werkstattplanung. Forschungsbericht. S. 7

¹¹²⁷ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2215 (Ausgabe: 2017-12-01) Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm. S. 8

Sollten diese Voraussetzung seitens des Auftraggebers an den Unternehmer nicht gegeben sein, sind dementsprechend weitere Maßnahmen zu setzen, um diese Voraussetzungen zu schaffen. Solche Schritte bestehen darin, dass zur Erbringung dieser Leistungen entweder durch den AG spezielle Fachplaner mit der Erstellung derart umfangreicher Unterlagen beauftragt werden, oder aber der Unternehmer selbst diese entgeltlich erbringt. Vor allem der letzte Teil des Satzes der ÖNORM „zur Umsetzung in der Ausführung ohne weitere Fachplanung“ gibt kaum Interpretations- bzw. Diskussionsspielraum über den Umfang der zu erbringenden Planungsleistungen im Vorfeld zur Ausführung.

Unter dem Begriff Werkstattplanung wird in der ÖNORM B 2215 unter Pkt. 3.6 die *„Planung der innerbetrieblichen Arbeitsvorbereitung im ausführenden Betrieb mit werkstattspezifischen Ergänzungen zur Ausführungsplanung (zB Geometrie, Bemaßung, NC-Code) für den händischen bzw. maschinellen Abbund und die Montage“*¹¹²⁸ verstanden.

Dabei wird die Werkstattplanung unter Pkt. 5.4 eindeutig als Nebenleistung definiert, ebenso wie die Transport- und Montagestatik. Dies ergibt sich aufgrund der Tatsache, dass diese Leistungen firmenspezifisch sind und daher auf deren Kenntnisstand aufbauen müssen. Nebenleistungen sind gemäß Pkt. 3.7 selbiger Norm *„verhältnismäßig geringfügige Leistungen, die der Usance entsprechend auch dann auszuführen sind, wenn sie in den Vertragsbestandteilen nicht angeführt sind, jedoch nur insoweit, als sie zur vollständigen sach- und fachgemäßen Ausführung der vertraglichen Leistung unerlässlich sind und mit dieser in unmittelbarem Zusammenhang stehen“*.¹¹²⁹ Dies trifft sowohl auf sämtliche Bauleistungen als auch auf die Planungsleistungen zu.

Sollte es jedoch aufgrund des Umfangs, eines höheren Detaillierungsgrades oder sonstiger nicht regulär erwartbarer Umstände im Zuge einer Ausschreibung erforderlich werden, sind gemäß ÖNORM B 2110 Pkt. 4.2.3 bzw. ergänzend hierzu gemäß ÖNORM B 2215 Pkt. 4.2.3 eigene Positionen für Planungsleistungen zu berücksichtigen. Diese auszuscheidenden und damit auch separat zu vergütenden Leistungspositionen sind für *„durch den Auftragnehmer zu erbringende Ausführungs- oder Fachplanungen, wie z.B. statische oder bauphysikalische Berechnungen oder Detailplanungen von Fassadenbekleidungen“*¹¹³⁰ einzubeziehen, da sie nicht mehr Bestandteil der Hauptleistung eines Planers sind.

Um eine eindeutige Abgrenzung zwischen der Planungsleistung der Fachplaner, welche durch den Bauherrn im Vorfeld der Ausführung beauftragt

¹¹²⁸ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2215 (Ausgabe: 2017-12-01) Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm. S. 13

¹¹²⁹ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2215 (Ausgabe: 2017-12-01) Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm. S. 5

¹¹³⁰ AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2215 (Ausgabe: 2017-12-01) Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm. S. 6

werden und den Planungsleistungen der ausführenden Unternehmen herstellen zu können, bedarf es einer Regelung in Form eines spezifischen Leistungsbildes im Holzbau. Die baustoffneutrale Denkweise im LM.VM.2014 in den unterschiedlichen Kategorien Objektplanung Architektur, Tragwerksplanung, technische Ausrüstung (Vgl. Kap. 2.2.2) sowie zahlreicher weiterer Leistungs- bzw. Kompetenz- und Tätigkeitsbeschreibungen birgt einerseits Freiheit in der Planung, andererseits aber auch breiten Interpretationsspielraum. Die Absicherung der Vergütungsansprüche für Planungsleistungen, welche nicht unter Nebenleistungen fallen, wurden im Zuge der Neufassung der ÖNORM B 2215 Werkvertragsnorm Holzbauarbeiten eindeutig geregelt. Da jedoch diese Norm erst mit der Integration des ausführenden Unternehmens in den Planungsprozess schlagend wird, stellt sich nach wie vor die Frage der Abgrenzung der Planungsleistungen im Vorfeld auf Seiten der Fachplaner. Daher besteht die allgemeine Forderung nach einer Definition der Planungsleistungen im Holzbau mit spezifischen Aussagen zu den Bereichen Objektplanung Architektur, Tragwerksplanung und Technische Gebäudeausrüstung, wobei all diese unter dem Fokus Holzbau stehen müssen.¹¹³¹

Dabei steht die Darstellungstiefe in Anlehnung an die Begrifflichkeiten des Building Information Modeling im Vordergrund. Der Level of Development (LOD) definiert den geometrischen Detaillierungsgrad von Bauteilen in den einzelnen Planungsphasen. Der Level of Detail (LoD) umfasst den Informationsgrad der graphischen Darstellung innerhalb eines Modells in der jeweiligen Planungsphase. Ergänzend hierzu beschreibt der Level of Information (LoI) den Informationsgehalt des alphanummerischen Inhaltes einzelner Bauteile in der Planungsphase. Gemäß den Leistungsphasen des LM.VM.2014 bzw. der HOAI (Vgl. Kap. 2.2.4) ist eine stetig wachsende Darstellungstiefe zu wählen, welche von der Abstrahierung zu Beginn in die Detaillierung gegen Ende der Planung reicht. Dabei steht vor allem die Informationsdichte im Fokus, welche von der Architektur, über die TGA bis hin zur Tragwerksplanung, Bauphysik und den Brandschutz reicht. Letztlich gilt es im Rahmen einer ausführungsfähigen Planung eine Zusammenführung aller notwendigen Informationen in einem Plan bzw. Modell zu ermöglichen, welches auch federführend durch die Planungsbeteiligten verantwortet, weiterverarbeitet und gegebenenfalls angepasst werden.¹¹³²

Das Bild 4.37 zeigt eine Übersicht eines Detailpunktes gemäß der Darstellungstiefe anhand der HOAI im Level of Detail 100 (Vorplanung) bis 400 (Ausführungsplanung) und die Zusammenführung der Disziplinen.

¹¹³¹ Vgl. KOPPELHUBER JOSEF: Die Rolle des Tragwerksplaners im Holzbau – eine kritische Betrachtung. In: Tagungsband 1. Forum Holz | Bau | Spezial Wirtschaft (HBW) 2015 – Salzburg. S. 7

¹¹³² Vgl. LATTKE, F.; SCHLEHLEIN, M.: leanWOOD | Buch 5 – Teil A Das Prinzip lean in der Ausführungs- und Werkstattplanung. Forschungsbericht. S. 11 ff

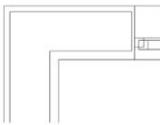
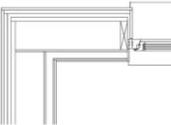
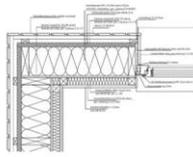
LOD	100	200	300	400
Phase	Vorplanung	Entwurfsplan	Genehmigungsplan	Ausführungsplan
BAUTEILEBENE⁸				
				
Ebene	Bauteil	Bauteil + Element	Bauteil + Element + Teilelement	Bauteil + Element + Teilelement + Komponenten
Zeichnung	„Dicker Strich“	Drahtgitter + Informationen	Element + Schichtenaufbau	Element + Detailangaben
Maßstab	M 1:500 – 1:100	M 1:100 – M 1:50	M 1:100 – M 1:50	M 1:50 – M 1:1
INFORMATION				
Art	Konzept	Anforderungen	Ausführung	Detailplanung
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Konzeptphase Raumplan, Energiestandard, Tragwerk, Schall-, Brandschutz • Skizzenhafte Darstellung • Grobe Dimension 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmeschutz • Brandschutz • Schallschutz • Typ Holzbauteile • Materialien • Typen Verbindungsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifikation hinsichtlich • Materialien • Bauteilqualitäten • Design • Bauaufsichtliche Nachweise 	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung • alle Komponenten • Ausführungsdetails • Anschlüsse und Verbindungsmittel, Randabstände • Oberflächen • Zulassungen
AUFGABE AN DEN SCHNITTSTELLEN				
TGA	Konzept Energie und Raumklima. Festlegung Techniksysteme mit Bemessung für Flächen und Trassenkonzept	Berechnung und Bemessung der Baugruppen <ul style="list-style-type: none"> • Lage und Dimension • Schächte und Kanäle • Anlagengröße • Schachtbelegung mit Lage und Dimension der Rohrleitungen Informationen für Brandschutz	Festlegung in Abstimmung mit Planungsteam: <ul style="list-style-type: none"> • Regeldetails für Schächte, Kanäle, Rohrleitungsführung u. Abstände • Brandschutzdurchführungen • Abdichtungskonzept bei Leckagen („Havarie im Holzbau“)	Detailierung der Ausführung: <ul style="list-style-type: none"> • Anlagentechnik • Rohrleitungsverbindungen • Abdichtung Rohrdurchführung Trockenbau • Brandschutzdurchführungen
Statik	Tragwerkskonzept mit Lastabtragung und Systemachsen	Festlegung Tragwerkselemente, Materialien, Bauwerksachsen und Systemgrenzen	Statische Berechnung Anschlusskonzept	Detailierung der Knotenpunkte und Verbindungsmittel.
Brand-schutz	Anforderungen und Konzept	Anforderung an Bauteile, Materialien, Durchführungen	Brandschutznachweis	Detailierung brandschutzrelevanter Durchführungen und Anschlüsse
Bau-physik	Anforderungen und Konzept	Anforderung an Bauteile und Materialien	Bautechnische Nachweis	Detailierung bauphysikalisch relevanter Durchführungen und Anschlüsse

Bild 4.37 Level of Detail in der Holzbauplanung in Anlehnung an die HOAI gemäß leanWOOD ¹¹³³

Der Ablauf zur Erreichung des geforderten Detaillierungsgrades in der Ausführungsplanung folgt einem Schema, welches die Koordination, Integration, Prüfung und Freigabe der jeweiligen Planer beinhaltet, sowie die Zusammenhänge dieser untereinander samt der Verantwortlichkeiten darstellt. Letzten Endes stellt sich die Frage, welche Leistung einerseits geschuldet und andererseits beauftragt wurde, da die Frage der Vergütung der jeweiligen Leistung durch die Festlegung des Leistungs- bzw.

¹¹³³ LATTKE, F.; SCHLEHLEIN, M.: leanWOOD | Buch 5 – Teil A Das Prinzip lean in der Ausführungs- und Werkstattplanung. Forschungsbericht. S. 14, 15

Verantwortungsumfanges in einem Leistungsbild, wie bspw. die LM.VM.2014 eindeutig fassbar wird.

Die nachfolgende Grafik (Bild 4.38) zeigt eine Weiterentwicklung nach Gautier und Zerhusen¹¹³⁴ im Sinne der Holzbauplanung.

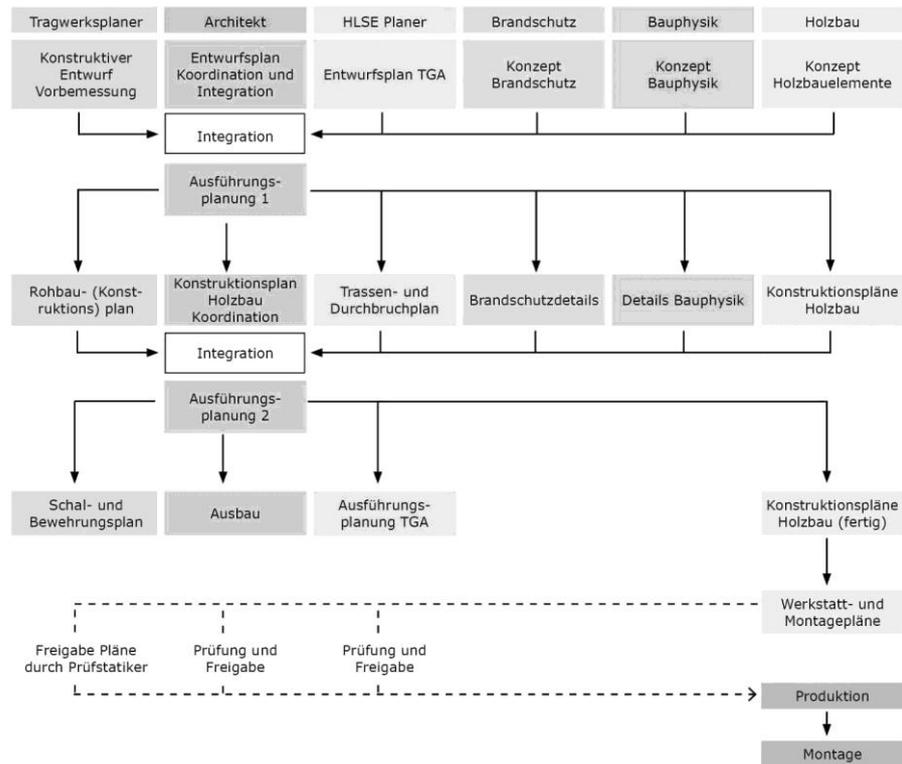


Bild 4.38 Ablauf der Ausführungsplanung gemäß leanWOOD¹¹³⁵

Zur Realisierung eines derartigen Ablaufes einer Ausführungsplanung ist es notwendig, dass die Schnittstellen im Vorfeld eindeutig definiert werden und die Kompetenzen und Verantwortlichkeiten auch während dieser Phase wahrgenommen werden. Dennoch bedarf es einer Kooperation der Beteiligten, da in bisherigen konventionellen Konzepten durch die Vergabe eher eine Trennung zwischen den Planenden und den Ausführenden vorliegt. Dies entsteht einerseits durch die späte Einbindung der Beteiligten, andererseits wird diese Situation auch dem Bundesvergabegesetz (BVerGG) geschuldet. Obwohl private Auftraggeber dieser gesetzlichen Vorgabe nicht unterliegen, folgen sie dennoch ab einem bestimmten

¹¹³⁴ Vgl. GAUTIER, P.; ZERHUSEN, J.: Koordination, Integration, Prüfung und Freigabe – was schuldet der Architekt in Bezug auf die Werkstatt- und Montagepläne der ausführenden Unternehmen und die Schalpläne des Tragwerksplaners?. In: baurecht, Heft 3/2015. S. 410 ff

¹¹³⁵ LATTKE, F.; SCHLEHLEIN, M.: leanWOOD | Buch 5 – Teil A Das Prinzip lean in der Ausführungs- und Werkstattplanung. Forschungsbericht. S. 27

Investitionsvolumen bzw. Größe des Bauvorhabens dieser Vorgehensweise.¹¹³⁶ Um die kooperative Planung zwischen Planern und Ausführenden zu fördern, kann einerseits das Kooperationsmodell *Wissenstransfer* in das Planungsteam herangezogen werden, bei welchem das Know-how des Ausführenden im Planungsteam Berücksichtigung findet, jedoch die dezidierte Vergabe des Holzbaus erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt. Dies ist durch die Einsetzung eines Holzbau-Ingenieurs realisierbar, wie das Beispiel zeigt. Des Weiteren kann das Kooperationsmodell der kollaborativen Planung die einzelnen Kompetenzbereiche miteinander verknüpfen, in dem das Planungsteam nicht durch die Vergabe vom Ausführungsteam getrennt wird, da die Ausschreibung und Vergabe des Holzbaus in eine frühere Projektphase vorgezogen wird. Dadurch kann das Know-how des Ausführenden in der Planung bereits Berücksichtigung finden. Es stellt sich in diesem Zusammenhang lediglich eine vertragsrechtliche Frage nach der Wahl des geeigneten Vertragskonstruktes. Dabei befinden sich klassische General- bzw. Totalunter- und Totalübernehmer-Modelle im Fokus, wie die Vergabe eines Teil-GUs im Falle des Holzbaus. Daneben stehen durchaus unübliche Modelle wie bspw. Gesamtleistungswettbewerbe, Bauteammodelle, Bauträgerwettbewerbe, der wettbewerbliche Dialog und Genossenschaftsmodelle zur Verfügung.^{1137, 1138} Diese bedürfen allerdings künftig einer vertraglichen Anpassung an die Inhalte des Holzbaus und müssen von allen Beteiligten sowohl gewollt als auch gelebt werden. Dennoch bilden neuartige Kooperationsmöglichkeiten in diesem Zusammenhang die Chance, dass sich eine holzbauadäquate Planung durch die frühzeitige Miteinbeziehung der relevanten Beteiligten durchführen lässt.

4.3.4 Integraler Planungsprozess und Building Information Modeling im Industriellen Holzbau

Das Thema der integralen Planung geht auch im Holzbau nicht von den klassischen sequentiellen Planungsphasen aus, sondern gemäß Bild 4.39 von einer zeitlichen Vorverlagerung einzelner Planungsschritte sowie der Integration wesentlicher Planungsbeteiligter zu einem frühen Zeitpunkt (Vgl. Kap. 2.2.2). Dabei zeigt sich, dass die Einbindung von Experten großteils von der Expertise mit speziellem Holzbau-Bezug abhängt.¹¹³⁹ Vor allem das Thema eines beratenden Holzbau-Ingenieurs, welches dem Schweizer Modell folgt, stellt sich in vielen Fällen als zielführend heraus, da dieser einerseits die tragwerksplanerische Komponente vorgibt, und

¹¹³⁶ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 32

¹¹³⁷ GEIER, S.: Schlusssdokumentation Schweiz leanWOOD – Planen und Kooperieren für den vorgefertigten Holzbau. Forschungsbericht. S. 40

¹¹³⁸ Vgl. GEIER, S.; KEIKUT, F.; SCHUSTER, S.: leanWOOD | Buch 6 – Modelle der Kooperation Teil A: Vergabe- und Kooperationsmodelle. Forschungsbericht. S. 26 ff

¹¹³⁹ Vgl. PISCHL, R.: Moderner Holzbau – Vier Solisten im Einklang. In: Vortrag Fa. Buchacher. S. 2 ff

andererseits auch die bauphysikalischen, brand- und schallschutztechnischen Aspekte in der Planung des Holzbaus zu berücksichtigen weiß bzw. um deren Einflussgröße verstärktes Bewusstsein vorweist. Durch diese Situation als Bindeglied zwischen dem Architekten und dem ausführenden Holzbauunternehmen sowie der spezifischen Kenntnisse ist auch davon auszugehen, dass damit die Re-Design-Phase großteils entfällt und somit in Summe gesehen die ersten Planungsphasen des Holzbaus zwar intensiviert, aber durch die höhere Detaillierung deutlich effizienter in der Gesamtbetrachtung werden.¹¹⁴⁰ Dadurch wird nicht nur einer Bauzeitverlängerung vorgebeugt, sondern eine adäquate Planung, welche auf die Unternehmenswerte hin abgestimmt wird, kann zu einer Zeitersparnis führen.

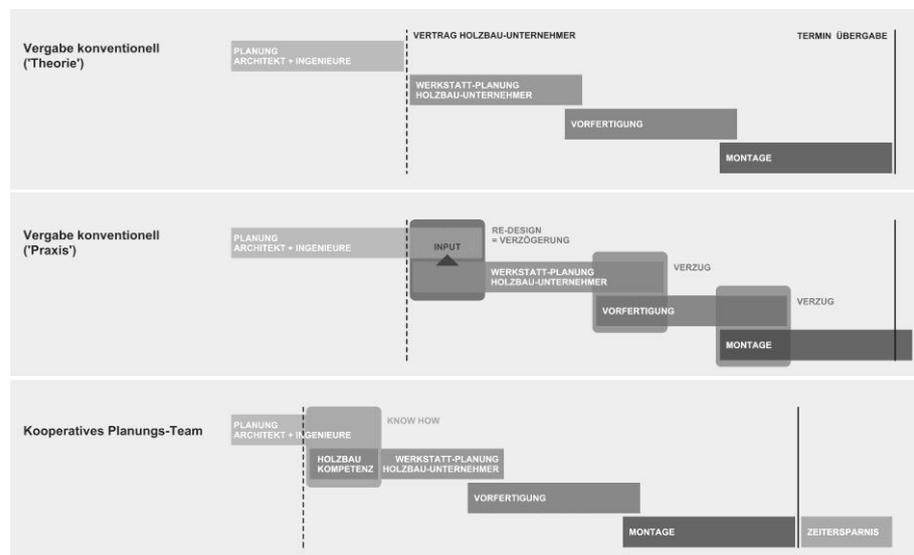


Bild 4.39 Gegenüberstellung linearer Planungsprozess und kooperatives Planungsteam gemäß leanWOOD¹¹⁴¹

Diese zeitliche Vorverlagerung ergibt sich auch in Untersuchungen betreffend der Kooperationsmodelle im Holzbau (Vgl. Kap. 4.2.4), wobei durch den Einsatz eines kooperativen Planungsteams die Möglichkeit besteht, in Abhängigkeit des Vergabe- bzw. Vertragskonstruktes gemäß nachfolgendem Bild 4.40, eine partnerschaftliche Projektabwicklung im Sinne der Ziele des Auftraggebers zu gewährleisten (Vgl. Kap. 2.5.2).

¹¹⁴⁰ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 78

¹¹⁴¹ HUß, W.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 1 – Teil A leanWood Herausforderungen & Motivation. Forschungsbericht. S. 7

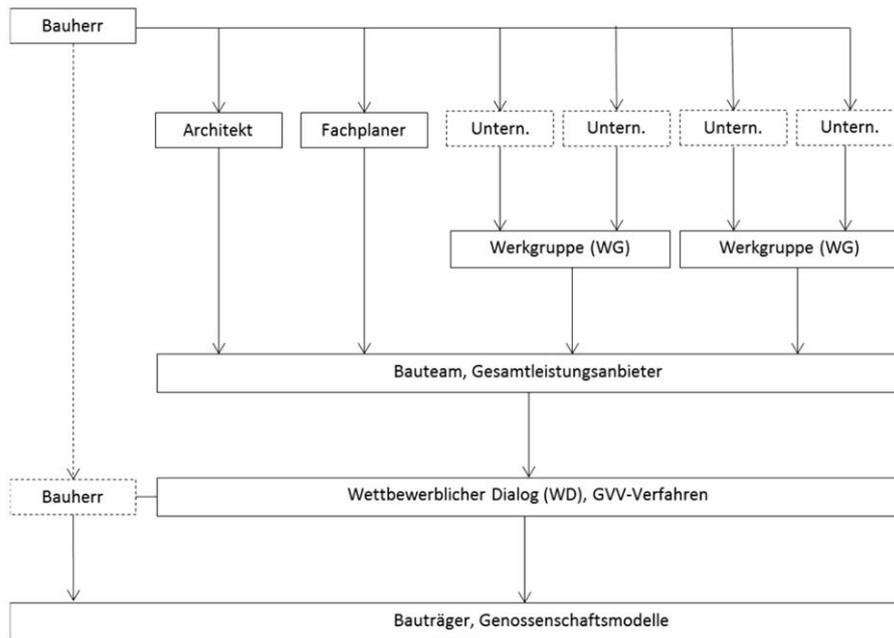


Bild 4.40 Alternative Vergabe- und Kooperationsmodelle gemäß leanWOOD ¹¹⁴²

Für eine erfolgreiche Anwendung bzw. Implementierung selbiger Modelle ist jedoch auch Handlungsbedarf seitens der Akteure und Interessensvertretungen sowie auch eine Anpassung seitens der Gesetzgebung erforderlich. Im Grunde genommen muss ein Wandel vom preis- zum qualitätsorientierten Wettbewerb erfolgen, welcher Handlungsspielräume in der Verfahrensabwicklung zulässt, die Etablierung eines Vergabe- und Kooperationsmodelles in Form eines Holzbau-Teil-GUs ermöglicht, sowie eine holzbaugerechte Koordination aller Beteiligten fördert. Daneben ist es notwendig, die beteiligten Unternehmen frühzeitig in die Phasen vor der Vergabe einzubeziehen (Frontloading), um einerseits die Kenntnisse und Erfahrungen der Projektbeteiligten in der Planung rechtzeitig zu berücksichtigen und andererseits die Etablierung einer geeigneten Organisationskultur und -struktur zu fördern. Demgegenüber steht der Handlungsbedarf der Interessensvertretungen, welche alternative Modelle überhaupt zulassen und beim Bauherrn darüber Aufklärungsarbeit leisten müssen sowie auch eine Berücksichtigung dieser frühzeitigen Phasenintegration gesetzlich bzw. normativ ermöglichen und fördern.¹¹⁴³

Die Methodik zu Erreichung einer integralen Planung im Sinne einer effizienteren und transparenteren Abwicklung mit gleichzeitiger Reduktion

¹¹⁴² GEIER, S.; KEIKUT, F.; SCHUSTER, S.: leanWOOD | Buch 6 – Modelle der Kooperation Teil A: Vergabe- und Kooperationsmodelle. Forschungsbericht. S. 26

¹¹⁴³ GEIER, S.; KEIKUT, F.; SCHUSTER, S.: leanWOOD | Buch 6 – Modelle der Kooperation Teil A: Vergabe- und Kooperationsmodelle. Forschungsbericht. S. 66 ff

der Informationsverluste wird vielfach in einer Symbiose aus digitaler Planung und Fertigung verstanden. Diese erreicht durch die digitale Vorfertigung eine Steigerung der Produktivität in den Prozessen und erlaubt mittels Digitalisierung, wie bspw. moderner RFID-Technologien¹¹⁴⁴ udgl. die Optimierung und Vermeidung von Fehlerquellen der Arbeitsvorbereitung sowie die Logistik zur und auf der Baustelle eine.^{1145, 1146}

Die hierfür erforderliche Methode bzw. das geeignete Werkzeug zur Umsetzung scheint im Speziellen Building Information Modeling zu sein (Vgl. Kap. 2.2.5). Aufgrund des Vorfertigungsgrades sowie der Großteils zumindest den Holzbau betreffenden computergestützten Planung und teilweise auch Fertigung erscheint dieser in der Planungspraxis zumindest im ersten Schritt für BIM prädestiniert. Bei vertiefter Betrachtung ergeben sich allerdings zahlreiche Hemmnisse in der Implementierung von BIM als Methode der integralen Planung, da der Holzbau im Kern sowohl bei den Planungs- und Ausführungsbeteiligten in sich eher kongruent scheint, als dies bei zahlreichen anderen Gewerken bzw. Baustoffen der Fall ist. Jedoch ergibt sich auch der Umstand, dass durch den voranschreitenden Komplettierungsgrad im Holzbau und die Integration zahlreicher Nicht-Holzbau-Leistungen in der Vorfertigung dieser weiteren Gewerke ebenso BIM-fähig sein müssen und einem ähnlich Denkmuster wie jenes des Holzbaus in seiner Vorplanung und Vorproduktion folgen müssen. An dieser Stelle zeigt sich, dass vor allem durch die Integration von nicht auf den Holzbau spezialisierten Planern eine grundsätzliche Lücke besteht, welche mittels BIM ebenso schwer schließbar sein wird.

Gemäß einer im Jahre 2016 unter im Holzbau tätigen Planern und Ausführenden durchgeführten Expertenbefragung¹¹⁴⁷ ergibt sich das Bild, dass grundsätzlich bereits zum Verständnis zu BIM bzw. dessen Aufgabe und Inhalt eine konträre Ansicht besteht (Vgl. Kap. 2.2.5) Dabei wird seitens der Experten unter dem Akronym BIM einerseits Building Information Modeling zu 48 %, andererseits Building Information Model zu 30 % und des Weiteren Building Information Management zu 9 % verstanden. Aufgrund der Interpretation von BIM als ausschließliches CAD-Werkzeug bzw. planerische Komponente in Form von 3D-Modellen geben 35 % der Befragten an, dass sie bereits bis zu 5 Jahre BIM in ihrer täglichen Praxis

¹¹⁴⁴ Unter Radio-Frequency Identification (RFID) ist eine Technologie zu verstehen, welche eine automatische, berührungslose Übertragung von Daten (Funksignalen) von Sendern zu Empfängern in einem System ermöglicht, diese identifiziert und lokalisiert. Im Bauwesen wird RFID als Unterstützungsprozess in der Logistik verwendet, um eine Ablauroptimierung und Effizienzsteigerung dieser Prozesse zu ermöglichen. Vgl. WANNENWETSCH, H.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik. S. 214 ff

¹¹⁴⁵ Vgl. HELMUS, M.: RFID-Technik als Möglichkeit, die Arbeitsvorbereitung zu optimieren. In: Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. S. 118 ff

¹¹⁴⁶ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 80 ff

¹¹⁴⁷ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 1 ff

anwenden und weitere 27 % zwischen 10 und 20 Jahren mit BIM tätig sind.¹¹⁴⁸

Dies entspricht lediglich teilweise den Aussagen gemäß den im Jahr 2017 veröffentlichten Aussagen zum Digitalisierungsparameter in der Immobilienbranche, welcher zwar die Unternehmen als gewillt bezeichnet, die Herausforderungen anzunehmen, jedoch vor allem das Thema der digitalen Kompetenz nach wie vor kritisch ansieht sowie auch die Integration der Daten (Big Data) in die Entscheidungsprozesse als mangelhaft bezeichnet.¹¹⁴⁹

Gemäß der Expertenbefragung zeigt sich demgegenüber, dass im Durchschnitt derzeit 11,4 % der Bauherren BIM-Leistungen anfragen, was sich in den kommenden Jahren zunehmend erhöhen wird. Vor allem im Bereich digitaler Methoden im Holzbau geben 68 % an, dass sie nach wie vor auf Handzeichnungen zurückgreifen, jedoch diese zu 77 % mit 2D-Zeichnungen und zu 81 % mit 3D-Modellen ergänzen (Bild 4.41).

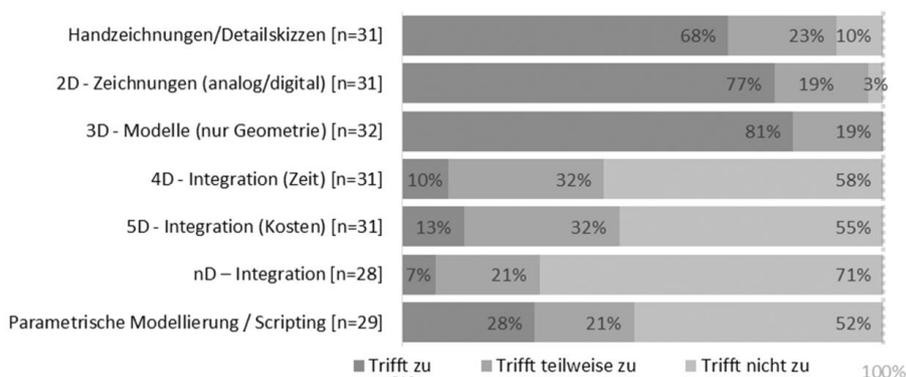


Bild 4.41 Derzeitige Planungsmethoden im Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁵⁰

Die Experten sagen des Weiteren aus, dass sie zukünftig verstärkt digitale Planungsmethoden einsetzen wollen, welche vor allem den Bereich Kollisionsprüfungen mit weiteren Gewerken zu 91 % und die 5D-Mengenermittlung mit 90 % mit trifft zu bzw. trifft teilweise zu bestätigen (Bild 4.44).

¹¹⁴⁸ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 98

¹¹⁴⁹ Vgl. SCHMIDIGER, M.; KOVACIC, I.; PETZOLD, F.: Digitalisierungsbarometer 2017 – Die Immobilienbranche im digitalen Wandel. S. 1 ff

¹¹⁵⁰ ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 104

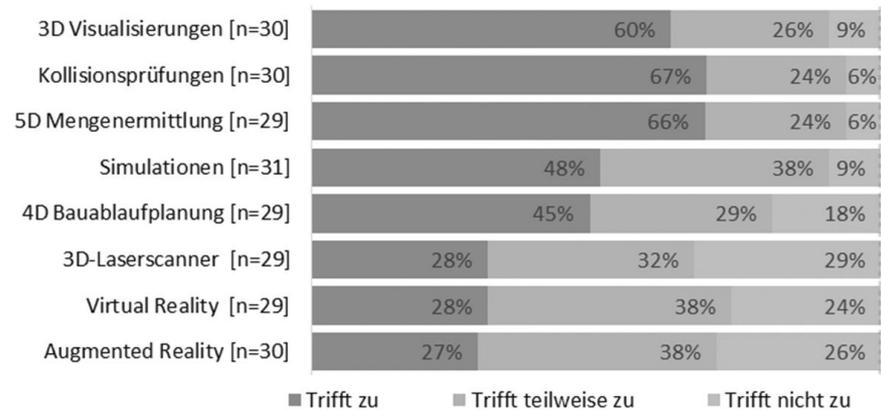


Bild 4.42 Zukünftig geplanter Einsatz digitaler Planungsmethoden – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁵¹

Ergänzend hierzu geben die Experten an, dass sich vor allem die eingesetzte Software entscheidend in der Integration digitaler Methoden innerhalb ihres Planungs- und Fertigungsablaufes darstellt. Dies trifft aber nicht nur auf die Phase Entwurf, Vordimensionierung und Konstruktion zu, sondern vor allem auf die Kalkulation, die Maschinenansteuerung, die Arbeitsvorbereitung sowie die Terminplanung und Dokumentation. Diese Bereiche werden naturgemäß zum jetzigen Zeitpunkt von wenigen Programmen unterstützt bzw. abgedeckt, gelten jedoch gemäß den Experten zukünftig als Schlüssel in der Bearbeitung mit BIM. Hierzu tritt wie in anderen Umfragen ¹¹⁵² bestätigt das Thema des Austausches von Datenformaten (bspw. IFC udgl.) ¹¹⁵³ wesentlich in den Vordergrund, da verschiedene Themenfelder von unterschiedlichen Bearbeitern erstellt und weitergeführt werden, jedoch die Zusammenführung ohne weiteren Informationsverlust derzeit noch oftmals problematisch ist und eine hohe Fehleranfälligkeit aufweist. ¹¹⁵⁴

Dies äußert sich in den Schnittstellenproblemen aufgrund unterschiedlicher Software-Standards, fehlerhafter Übertragungsdateien sowie der Lücke zwischen Planungs- und Fertigungssoftware (Bild 4.43).

¹¹⁵¹ ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 106

¹¹⁵² FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORG.: Digitale Planungs- und Fertigungsmethoden. Ergebnisse der BIM-Studie für Planer und Ausführende. S. 1 ff

¹¹⁵³ Vgl. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HOLZFORSCHUNG E.V. -DGFH-, M.: Produktmodell DtH – Durchgängiger Datentransfer zur Minimierung des Ressourcenverbrauchs. Forschungsbericht – Schlussbericht Teilvorhaben 2 Verbundprojekt Innovativer Holzsystembau durch optimierte Fertigungs- und integrierte Planungsmethoden. S. 5 ff

¹¹⁵⁴ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 107-117

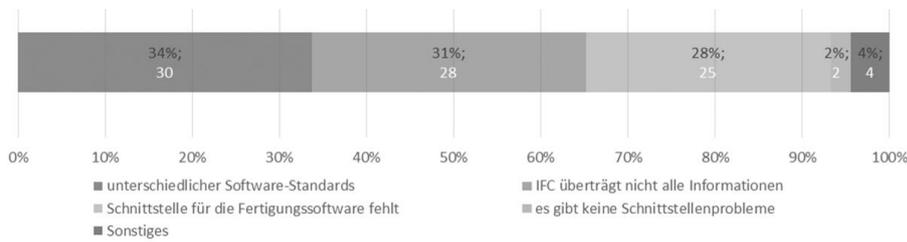


Bild 4.43 Schnittstellenprobleme der Planungsbeteiligten – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁵⁵

Es zeigt sich jedoch, dass die Vorteile und Potenziale (Bild 4.44), welche durch den Einsatz von BIM entstehen, für die Befragten vor allem im Bereich der erhöhten Transparenz und Nachvollziehbarkeit, der Steigerung der Planungsqualität, sowie der verbesserten Kommunikation und Reduktion von Informationsverlusten bestehen. Dies führt zu einer Minimierung von Risiken bei gleichzeitiger Steigerung der Ausführungsqualität. ¹¹⁵⁶

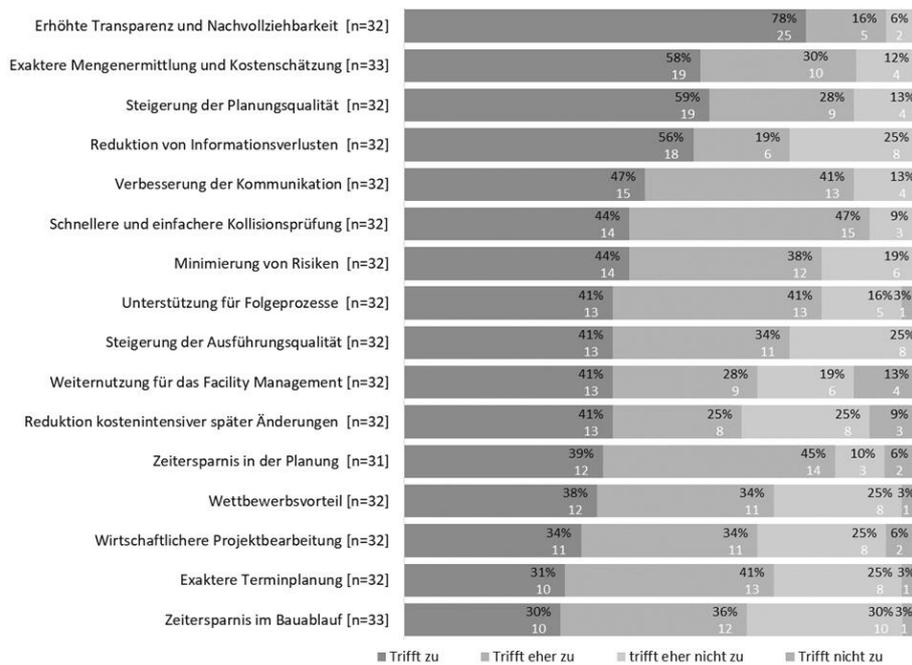


Bild 4.44 Potenziale durch den Einsatz von BIM – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁵⁷

Demgegenüber stehen die Nachteile bzw. Hemmnisse durch den Einsatz von BIM (Bild 4.45), welche vor allem durch das fehlende fachkundige Personal, den verbindlichen Richtlinien im Bereich der Vergütung bzw.

¹¹⁵⁵ ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 118

¹¹⁵⁶ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 127

¹¹⁵⁷ ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 127

Vertragsgestaltung sowie dem erhöhtem Aufwand zu Planungsbeginn bestehen. Zum Abbau dieser tragen gemäß den Befragten vor allem eine vertiefte Ausbildung, eine weitreichende Standardisierung sowie neue Vergabeformen unter der Weiterentwicklung von Normen und Leitfäden bei, damit sich die integrale Planung in den nächsten 5 bis 10 Jahren gegenüber dem linearen Planungsprozess durchsetzen wird.¹¹⁵⁸

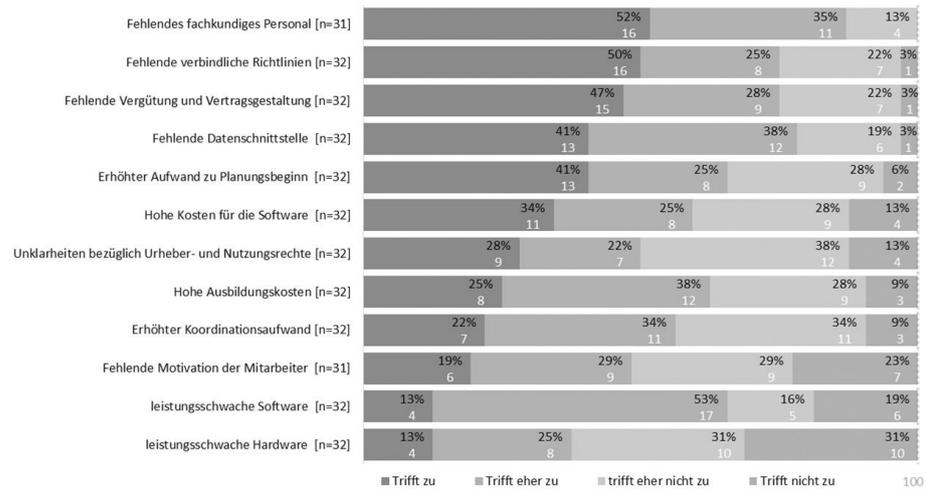


Bild 4.45 Hemmnisse durch den Einsatz von BIM – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹¹⁵⁹

Das kontrovers diskutierte Thema der Planung trifft den Holzbau damit in gleicher Weise wie alle anderen Baustoffe und Bauweisen, wobei die bereits erfolgreiche implementierte Umsetzung und Integration in den Vorfertigungsprozessen den Holzbau zumindest im Kern der Planung und Produktion als Vorreiter gegenüber anderen Gewerken erscheinen lässt.¹¹⁶⁰ Letztlich wird eine Verbesserung der Gesamtsituation in der Planung des Holzbaus unabhängig von den eingesetzten digitalen Methoden lediglich dann eintreten, wenn die Kommunikations- und Grundlagenarbeit unter Einbeziehung technischer holzbauadäquater Lösungen erfolgt und ein Gesamtprodukt unter Einbeziehung zahlreicher weiterer Gewerke entsteht.¹¹⁶¹

¹¹⁵⁸ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 132, 135

¹¹⁵⁹ ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 130

¹¹⁶⁰ Vgl. ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Building information modeling in timber construction – a solution for planning process, design phases and unification of scope of works. In: proceedings WCTE 2018 – World Conference on Timber Engineering, 2018. S. 6

¹¹⁶¹ Vgl. ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.: Planungsprozesse und Kooperationsmodelle im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 241 ff

4.4 Ausschreibung und Kalkulation im Holzbau

Das Thema der Ausschreibung im Bauwesen, sowie die darauf aufbauende Preisermittlung bzw. Kalkulation der zu erbringenden Leistung birgt auch im Holzbau eine wesentliche Komponente, welche fortlaufend Inhalt von Rechtsstreitigkeiten ist. Aufgrund nicht eindeutiger und unzureichender Leistungsbeschreibungen, welche oftmals in Zusammenhang mit kurzfristigen Ausschreibungen entstehen und in vielen Fällen auf unzureichender Kenntnis der Ausschreibenden im Holzbau zurückzuführen sind, entstehen Fragmente von holzbaulichen Leistungsbeschreibungen, welche zwar auf den ersten Ansatz als vollständig einzustufen sind, jedoch bei vertiefter Betrachtung einen technisch nicht richtigen und für eine korrekte Preisermittlung unzureichenden Detaillierungsgrad aufweisen. Demnach treten in vielen Fällen unvollständige Kalkulationen an den Tag, bei welchen seitens der ausführenden Unternehmen, wie auch im allgemeinen Bauwesen üblich, der Versuch unternommen wird, diese Lücke über Mehrkostenforderungen (MKF) zu schließen.¹¹⁶² Eine für alle Beteiligten auskömmliche Kalkulation bedarf im Allgemeinen auch eines dafür veranschlagten Budgets für das Bauvorhaben, welches bereits zu einem frühen Zeitpunkt die Randbedingungen ausreichend berücksichtigt und ev. auftretende Unwägbarkeiten und Anpassungen inkludiert. In der Praxis erscheint jedoch in vielen Fällen der erste Kostenrahmen über die Kostenschätzung und Kostenberechnung gemäß ÖNORM B1801-1¹¹⁶³ als nicht ausreichend zur Herstellung des Objektes, da die Grundannahmen einen Holzbau betreffend oftmals anders gelagert sind, als jene des mineralischen Massivbaus. Die ersten Annahmen der zu erwartenden Herstellkosten umfassen den Holzbau in gleicher Weise wie andere Baustoffe, nehmen jedoch dabei keinerlei Rücksicht auf Themen, welche außerhalb der eigentlichen Herstellkosten anzusetzen sind, wie bspw. die Objektfolgekosten. Das damit zusammenhängende, kurzfristig erscheinende Denken von Investoren, welche sich lediglich auf die Herstellkosten fokussieren und den Lebenszyklus sowie die damit zusammenhängenden Kosten, wie bspw. Abbruch- und Deponiekosten außer Acht lassen, inkludiert zumeist nicht die für einen Holzbau sprechenden Entscheidungsfaktoren, welche als soft-facts neben den Herstellkosten jedoch schwer zu fassen sind. Diese liegen aufgrund der Vorfertigung vor allem in einer wesentlich kürzeren Bauzeit sowie während der Bauphase in einer geringen Anzahl an Transporten zur Baustelle, im geringeren Gewicht der Gesamtkonstruktion aufgrund eines niedrigeren Eigengewichtes des Materials selbst sowie in den meist geringeren Wandstärken bei gleichen bauphysikalischen

¹¹⁶² Vgl. WANNINGER, R.: Preisermittlung für Mehrkostenforderungen - neue Tendenzen aus deutscher Sicht. In: Tagungsband 13. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Preisermittlung und Vergabe in der Bauwirtschaft | Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und baurechtliche Aspekte. S. 120 ff

¹¹⁶³ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 1801-1 (Ausgabe: 2015-12-01) Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung. S. 1 ff

Anforderungen (U-Wert). Neben diesen zählen Faktoren wie Nachhaltigkeit, CO₂-Bindung, regionale Wertschöpfung udgl. als Argumente für die Verwendung des Baustoffes. Dennoch werden in den meisten Fällen die Herstellkosten pro Quadratmeter ohne weitere Berücksichtigung der genannten soft-facts als einzige Entscheidungsbasis herangezogen. In einem neutralen Kostenvergleich einzelner Baustoffe bzw. Bausysteme sollten diese jedoch ebenso Berücksichtigung finden (Vgl. Kap. 2.3.1).¹¹⁶⁴

4.4.1 Leistungsumfang und Ausschreibung im Holzbau

Der Leistungsumfang im Holzbau hat sich im Laufe der Jahre stark verändert und wesentlich zugenommen. Noch vor einigen wenigen Jahrzehnten galt es als Kennzeichen des Holzbaus bzw. der damaligen Bezeichnung Zimmerer, die tragende Konstruktion des Dachstuhls bei Neubauten zu errichten bzw. einige konstruktive Maßnahmen im Zuge von Umbaumaßnahmen vorzunehmen. Damit wurde vor allem bei in mineralischer Massivbauweise errichteten Gebäuden ein zumeist verschwindend geringer Leistungsumfang erbracht. Dieser Umfang hat sich signifikant über die Jahre gesteigert und erreicht mittlerweile bei einzelnen Konstruktionen und Bausystemen einen sehr hohen Grad, welcher in Ausnahmefällen im Bereich von 90 % und mehr liegen kann. Dies ist einerseits der Tatsache geschuldet, dass der allgemeine Holzbau mittlerweile vor allem im Bereich des Ausbaus zahlreiche Gewerke bis hin zum Schlüsselfertigbau umfasst. Andererseits konnte dieser Umstand durch die Entwicklung und den Erfolg des Fertigteilhauses im Bereich Einfamilienhausbau in den vergangenen Jahrzehnten wesentlich vorangetrieben werden. Die damit zusammenhängenden Geschäftsmodelle beruhen auf der ständig voranschreitenden Integration von weiteren Gewerken im Leistungsumfang des Holzbaunternehmens, aber auch in der Auslagerung und Einbindung neuer Kooperationsformen, wie sie im mineralischen Massivbau über die Jahre bereits üblich geworden sind.¹¹⁶⁵

In diesem Zusammenhang treten vor allem die Begriffe Ausbauhaus, belagsfertiges Haus sowie schlüsselfertiges Haus gemäß der ÖNORM B 2310 ¹¹⁶⁶ für den Bereich des Fertighauses und in Ergänzung dazu die neu aufgelegte ÖNORM B 2320 ¹¹⁶⁷, welche im Bereich der individuellen Wohnhäuser aus Holz allgemeinen Regelungen und Mindestanforderungen in Zusammenhang mit dem Komplettierungsrad festlegt.

¹¹⁶⁴ Vgl. KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: bauaktuell, Nr. 3/5. Jahrgang/Mai 2014. S. 95 ff

¹¹⁶⁵ Vgl. KOPPELHUBER, J. et al.: Ansätze und Bewertungskriterien in der Geschäftsmodellentwicklung im Holzsystembau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 247 ff

¹¹⁶⁶ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang. S. 1 ff

¹¹⁶⁷ Vgl. AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2320 (Ausgabe: 2017-08-01) Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen . S. 1 ff

Letztlich steht jedoch immer die Frage nach der auszuführenden und damit im Vorfeld zu definierenden Leistung im Vordergrund, welche innerhalb einer Leistungsbeschreibung in Form eines Leistungsverzeichnisses mit den zugehörigen Plänen, Gutachten, Mustern udgl. zu erstellen sind. Die Frage nach einer umfassenden und ausreichend detaillierten Ausschreibung eines Holzbaus mit zahlreichen Anschlussgewerken bedingt einerseits einen sehr hohen Kenntnisstand des Ausschreibenden im jeweiligen Gewerk, sowie andererseits auch eine textliche Formulierung in Form einer öffentlich zugänglichen Standardisierten Leistungsbeschreibung, welche den Stand der Technik abbildet.

Der Ausgangspunkt ist demnach eine Standardisierte Leistungsbeschreibung (StLB), welche generell die Aufgabe hat, mittels eindeutig vordefinierten und standardisierten Positionstexten, die Ausschreibung von (Bau-)Leistungen für den Ausschreibenden zu erleichtern (Vgl. Kap. 2.3.2). Damit verringern sich der Kalkulationsaufwand und der Interpretationsspielraum für den Bieter, die Angebote werden für den Bauherrn vergleichbar gemacht. Eine umfassende, prägnante und übersichtlich ausgearbeitete Leistungsbeschreibung trägt im Allgemeinen wesentlich dazu bei, Ausschreibende und Bieter zu motivieren, diese auch regelmäßig anzuwenden und von eigenständigen, nicht eindeutig definierten Ausschreibungstexten oder firmenspezifischen über die Jahre Texte abzugehen. Durch die gänzlich überarbeitete, neu strukturierte und den Stand der Technik im Holzbau abbildende im Februar 2017 vom Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (bmdw)^{1168, 1169} als vorab Version veröffentlichte Leistungsgruppe LG 36 – Holzbauarbeiten sollen künftig vermehrt Architekten und Planer motiviert werden, verstärkt Gebäude in Holzbauweise auszuschreiben.¹¹⁷⁰

¹¹⁶⁸ Vgl. <https://www.bmdw.gv.at/HistorischeBauten/HistorischeBautenBauservice/Seiten/StandardisierteLeistungsbeschreibungen.aspx>. Datum des Zugriffs: 27. April 2018

¹¹⁶⁹ vormals Bundesministerium für Wirtschaft, Forschung und Wissenschaft (bmfwf)

¹¹⁷⁰ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.; MEHRL, C.: Leitfaden Ausschreibung Holzbau – neue standardisierte Leistungsbeschreibung Holzbau | Leitfaden zur LG 36 Holzbauarbeiten (Stand Februar 2017). S. 5

LV\VORABVERSIONEN\HOLZBAUARBEITEN				Seite 1	
Vorabversionen div. Leistungsgruppen der LB-HB und LB-HT					
Entwurf Holzbauarbeiten					
Lang-LV				gedruckt am 10.02.2017	
LGPosNr.	Z	PZZV	Beschreibung der Leistung	Menge	EH W
				LB-HB-020	Preisangaben in EUR
Ständige Vorbemerkung der LB					
Soweit in Vorbemerkungen oder Positionstexten nicht anders angegeben, gelten folgende Regelungen:					
1. Standardisierte Leistungsbeschreibung:					
Dieses Leistungsverzeichnis (LV) wurde mit der Standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau, Version 20, 2015-05, herausgegeben vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMFW), erstellt.					
2. Unklarheiten, Widersprüche:					
Bei etwaigen Unklarheiten oder Widersprüchen in den Formulierungen gilt nachstehende Reihenfolge:					
1. Folgetext einer Position (vor dem zugehörigen Grundtext)					
2. Positionstext (vor den Vorbemerkungen)					
3. Vorbemerkungen der Unterleistungsgruppe					
4. Vorbemerkungen der Leistungsgruppe					
5. Vorbemerkungen der Leistungsbeschreibung					
3. Material/Erzeugnis/Type/Systeme:					
Bauprodukte (z.B. Baumaterialien, Bauelemente, Bausysteme) werden mit dem Begriff Material bezeichnet, für technische Geräte und Anlagen werden die Begriffe Erzeugnis/Type/Systeme verwendet.					
4. Bieterangaben zu Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme:					
Die in den Bieterlücken angebotenen Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme entsprechen mindestens den in der Ausschreibung bedungenen oder gewöhnlich vorausgesetzten technischen Anforderungen.					
Angebotene Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme gelten für den Fall des Zuschlages als Vertragsbestandteil. Änderungen sind nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Auftraggebers zulässig.					
Auf Verlangen des Auftraggebers weist der Bieter die im Leistungsverzeichnis bedungenen oder gewöhnlich vorausgesetzten technischen Anforderungen vollständig nach (Erfüllung der Mindestqualität).					
5. Beispielhaft genannte Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme:					
Sind im Leistungsverzeichnis zu einzelnen Positionen zusätzlich beispielhafte Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme angeführt, können in der Bieterlücke gleichwertige Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme angeboten werden. Die Kriterien der Gleichwertigkeit sind in der Position beschrieben.					
Setzt der Bieter in die Bieterlücke keine Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme seiner Wahl ein, gelten die beispielhaft genannten Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme als angeboten.					
6. Zulassungen:					
Alle verwendeten Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme haben alle für den projektspezifischen Verwendungszweck erforderlichen Zulassungen oder CE-Kennzeichen.					
7. Leistungsumfang:					
Jede Bezugnahme auf bestimmte technische Spezifikationen gilt grundsätzlich mit dem Zusatz, dass auch rechtlich zugelassene gleichwertige technische Spezifikationen vom Auftraggeber anerkannt werden, sofern die Gleichwertigkeit vom Auftragnehmer nachgewiesen wird.					
Alle beschriebenen Leistungen umfassen auch das Liefern der zugehörigen Materialien/Erzeugnisse/Typen/Systeme einschließlich Abladen, Lagern und Fördern (Vertragen) bis zur Einbaustelle.					
Sind für die Inbetrieb- oder Ingebrauchnahme einer erbrachten Leistung besondere					

Baudaten und Baudatenentwicklung

Bild 4.46 Standardisierte Leistungsbeschreibung LG 36 Holzbauarbeiten (Februar 2017) ¹¹⁷¹

Die Überarbeitung bzw. Neuauflage von 798 Leistungspositionen ist der technischen Entwicklung im Holzbau der letzten Jahre geschuldet. Diese

¹¹⁷¹ BMFW, B. f.: Standardisierte Leistungsbeschreibung LG HB 36 Holzbauarbeiten – Entwurfs-Leistungsverzeichnis – Vorabversionen div. Leistungsgruppen der LB-HB und LB-HT – Entwurf Holzbauarbeiten (LV-Version 10.02.2017), S. 1

wurde vor allem aufgrund der Tatsache erforderlich, da die vorhandenen bzw. am Markt üblichen Ausschreibungen in vielen Fällen unzureichend in Bezug auf Umfang, Technik und Detaillierungsgrad waren bzw. teils nach wie vor sind. Durch die zahlreichen den Holzbau fördernden Institutionen und staatlichen Regularien wurde zwar der Holzbau in Summe gesehen von offizieller Seite gefördert (bspw. Holzbau-Charta Steiermark), jedoch aufgrund der teils fehlenden Kapazitäten in den Planungsbüros unzulänglich in Bezug auf die Ausschreibungstexte berücksichtigt. Demgegenüber stehen unternehmerseitig die Kalkulationsanforderungen, eine eindeutige, nachvollziehbare und auskömmliche Kalkulation ohne den Gedanken der Mehrkostenforderung aufgrund erwartbarer gestörter Bauabläufe aufzubauen, was mit einer bedingt ausreichenden Ausschreibung schwer möglich ist.¹¹⁷² Dadurch kam es in den letzten Jahren zur Forderung nach einer gänzlich überarbeiteten Standardisierten Leistungsbeschreibung im Holzbau, welche neben dem Preiskampf mit anderen Baustoffen zumindest die Möglichkeit bietet, auf firmenneutraler und verursachergerechter Basis die Kosten für die zu erbringenden Leistungen zu ermitteln. Durch die Detaillierung des Holzbaus und die Feingliedrigkeit in den Details und Ausbaugewerken verlangt sowohl die Ausschreibung als auch die darauf aufbauende Kalkulation eine präzise Darstellung in planlicher und textlicher Form, um eine Abwägung in der Preisgestaltung sowie der damit verbundenen Risiken dem bietenden Unternehmer zu gestatten.

Diese neue Version der LG 36 aus dem Jahr 2017 ist als Teil der LB-HB Version 20¹¹⁷³ in Form eines Austausch- bzw. Ergänzungsdokumentes für die bisher gültige LG 36 Zimmermeisterarbeiten zu verstehen, wird jedoch im Zuge der Neuauflage der Standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB), welche als Version 21 im Laufe des Jahres 2018 neu erscheinen wird, als vollständiger Ersatz selbiger in dieser integriert sein. In Ergänzung zu dieser neuen LG 36 wurden im Rahmen des umfangreichen Forschungsprojektes (SYS)HOLZ-KALKulation¹¹⁷⁴ weiterführende Unterlagen in Form von Leitfäden¹¹⁷⁵ und Forschungsberichten^{1176, 1177, 1178} als Unterstützung für die Einarbeitung und als erklärendes Instrument in der Praxis entwickelt. Diese Dokumente gelten in Ergänzung

¹¹⁷² Vgl. KARASEK, G.; HECK, D.: Der gestörte Bauablauf – eine rechtliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 6. Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar. S. 20 ff

¹¹⁷³ Vgl. BMWFW, B. W.: Standardisierte Leistungsbeschreibung Kennung: HB Version: 020 (Ausgabe: 30. Mai 2015) Leistungsbeschreibung Hochbau. S. 1 ff

¹¹⁷⁴ Projektpartner „(SYS)HOLZ-KALKulation“: Wirtschaftskammer Österreich (WKO) – Bundesinnung Holzbau, Fachverband der Holzindustrie Österreichs, proHolz Steiermark, Holzinnovationszentrum GmbH, Holzcluster Steiermark GmbH, proHolz Kärnten, TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, ZT Kurt Pock

¹¹⁷⁵ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.; MEHRL, C.: Leitfaden Ausschreibung Holzbau – neue standardisierte Leistungsbeschreibung Holzbau | Leitfaden zur LG 36 Holzbauarbeiten (Stand Februar 2017). S. 1 ff

¹¹⁷⁶ Vgl. MEHRL, C.; KOPPELHUBER, J.: Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG HB 36 – Holzbauarbeiten. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 1 ff

¹¹⁷⁷ Vgl. WOLFFHALER, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau. S. 1 ff

¹¹⁷⁸ Vgl. SATTLEGGGER, E.: Standardisierte Leistungsbeschreibungen im Holzbau – Abbildung des Status-quo und vergleichende Betrachtung zu anderen Ländern. S. 1 ff

zur LG 36 Holzbauarbeiten, und werden über das *Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort – bmdw* (früher: *Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft – bmwfw*) zur Verfügung gestellt, um dem Ausschreibenden eine Hilfsstellung im Umgang mit der neuen Standardisierten Leistungsbeschreibung zu geben. Dennoch sind diese Unterlagen lediglich als Ergänzung zu sämtlichen gesetzlich gültigen normativen Dokumenten anzusehen, da sie zwar Hinweise und Querverlinkungen aufweisen, jedoch technische Aspekte lediglich bedingt inkludieren. Es bleibt somit dem Ausschreibenden überlassen, eine sorgfältig geplante, technisch richtige und holzbaulich adäquate Ausschreibung zu erstellen. Lediglich dann kann von einer guten Ausschreibung die Rede sein, da diese die Basis für die Preisbildung und demnach auch für die Vertragsgestaltung bildet.¹¹⁷⁹

4.4.2 Kalkulation im Holzbau

Die Preisermittlung im Bauwesen ist in Österreich in Form einer Verfahrensbestimmung gemäß der gültigen ÖNORM B 2061 eindeutig geregelt, wobei diese baustoffneutrale Festlegung der Kalkulation die Ermittlung von Kosten respektive Preisen nicht holzbauspezifisch regelt (Vgl. Kap. 2.3.3). Im Vergleich zu anderen Ländern in Europa, in welchen keine vergleichbare Norm und somit Verfahrensbestimmung als Kalkulationsvorschrift existiert, legt diese Verfahrensnorm ein einheitliches Schema für die Ermittlung von Kosten zugrunde. Diese Basis wird während der Zuschlagsphase sowohl bei öffentlichen als auch bei privaten Bauleistungen als grundsätzliches Kriterium im Vergleich der Angebote herangezogen. Im Falle öffentlicher Bauvorhaben, welche gemäß dem BVergG auszuschreiben und anzubieten sind, ist diese Norm zwingend heranzuziehen. Demgegenüber wird die ÖNORM B 2061 für die Kalkulation von Bauleistungen zwar empfohlen, aber nicht dezidiert auferlegt. Die darin enthaltenen Kalkulationsschritte zur Ermittlung der zu erwartenden Kosten für Löhne, Materialien, Geräte sowie die Berücksichtigung von Fremdleistungen werden mittels der dafür vorgesehenen Kalkulationsformblätter und zugehöriger Hilfsblätter selbiger ÖNORM erfasst. Die zugrunde liegenden Schemata, bspw. zur Ermittlung des Mittellohnpreises der Baustellenmannschaft, sowie der Material- und Gerätekosten, formen auch für die Kalkulation von Leistungen im Holzbau die Grundlage und sind vergleichbar mit jenen anderer Baustoffe und Bausysteme.¹¹⁸⁰

Der Industrielle Holzbau ist im Vergleich zum traditionellen Zimmererhandwerk als Montagebau zu bezeichnen und kann mit traditionellen Bau-

¹¹⁷⁹ Vgl. MEHRL, C.; KOPPELHUBER, J.: Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG HB 36 – Holzbauarbeiten. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. S. 19 ff

¹¹⁸⁰ Vgl. KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: bauaktuell, Nr. 3/5. Jahrgang/Mai 2014. S. 96

stoffen, wie bspw. mit Stahlbetonfertigteilen und dem Stahl verglichen werden. Der Unterschied besteht lediglich darin, ob die vorgefertigten Bauteile vor dem Einbau auf der Baustelle vom Lieferanten bzw. Produzenten aus dessen Werk direkt auf die Baustelle ohne Transport zum ausführenden Holzbauunternehmen erfolgt, welcher die Montage vor Ort vornimmt, oder ob die Bauteile zur weiteren Verarbeitung und Komplettierung in dessen Produktionsstätte gebracht werden und dieser einzelne Halfertigteile zu einem vorgefertigten Bauteil im Rahmen seiner Produktion zusammenfügt. Die Kalkulation eines vorgefertigten Holzbaus hat demgemäß einen stark subunternehmerischen Charakter mit einem hohen Anteil an Materialkosten, welche hauptsächlich durch den Einsatz unterschiedlicher Lieferanten stark variieren, durch den Unternehmer selbst jedoch aufgrund der zugrunde liegenden Planung und Ausschreibung wenig bis kaum beeinflussbar sind. Die entstehenden Montagekosten, welche speziell im Holzbau durch den Einsatz überschaubarer Montagekolonnen geprägt sind, stellen sich als verhältnismäßig gleichbleibend dar. Sie werden hauptsächlich durch den Vorfertigungs- bzw. Komplettierungsgrad, die Komplexität der Bauelemente und die Qualität der geleisteten Vorarbeiten weiterer Subunternehmer geprägt. Dieser Sachverhalt stellt sich in manchen Fällen im Übergangsbereich der vorhandenen Beton- bzw. Anschlussbauteile vor allem aufgrund der auftretenden bzw. zulässigen Toleranzen als problematisch dar. Im Holzbau zeigt sich eine ähnliche Entwicklung in den letzten Jahrzehnten wie jene im mineralischen Massivbau, welcher durch einen hohen Anteil an Fremdleistungen verstärkt geprägt ist. Durch die stetig zunehmenden großen Volumina der Bauteile und Baukörper stellt sich vor allem im mehrgeschossigen Holzwohnbau kontinuierlich die Frage an die ausführenden Holzbauunternehmen bzw. im Vorfeld an die Ausschreibenden, ob das ausführende Unternehmen die Generalunter- bzw. übernehmerleistung gänzlich übernehmen soll und kann und sich damit eines klassischen Baumeisterunternehmens in Form eines Subunternehmers für die zumeist geringe Leistung des Betonbaus bedient oder nicht. Allerdings setzt diese Entscheidung voraus, dass sowohl die Bauleitung als auch die Ebene der Poliere und Facharbeiter auf Seiten des Holzbauunternehmens jene technischen, organisatorischen sowie auch gewerkespezifischen Anforderungen der Gesamtbauleistung gerecht werden und diesen gewachsen sind. Das damit zusammenhängende erforderliche Know-how in zahlreichen Fremdgewerken erfordert von den Unternehmen und ihren Beteiligten Aus- und Weiterbildung sowie auch Interesse, um die notwendige Optimierung, welche durch die Vorfertigung möglich wird, auch auf der Baustelle zu realisieren. Zusätzlich zeigen sich durch diese Umkehr auch die Umstände der Konkurrenz aus dem

Betonbau, welcher die Leistungen terminlich in der Regel vor dem Holzbau umzusetzen hat und somit die Kernkompetenz des Holzbauunternehmens nicht abbildet.¹¹⁸¹

Dennoch gibt es vor allem im Holzbau aufgrund unternehmens- und branchenspezifischer Randbedingungen Besonderheiten, welche es zu berücksichtigen gilt. Dies betrifft bspw. die Ermittlung der Mittellohncosten, welche im Holzbau zwar demselben Schema, jedoch anderen Randbedingungen (Kollektivvertrag udgl.) folgt. Diese umfasst die Mannschaftsstärke, welche aufgrund der Montagesituation vor Ort meist wesentlich geringer ausfällt, als dies im mineralischen Massivbau vor Ort der Fall ist. Ergänzend hierzu ist auch das Thema der Umlage des unproduktiven Personals (Lehrlinge, Vize- bzw. Hilfspolier) aufgrund des Nichtauftretens zumeist nicht erforderlich. Des Weiteren ist auch die Frage geeigneter Arbeitszeitmodelle oftmals eher an die traditionelle 39-h-Woche mit Überstunden angelehnt, verglichen mit dem mineralischen Massivbau, bei welchem eher die Arbeitszeitmodelle kurz/lang udgl. dominieren. Ähnlich verhält es sich auch bei den Themen Erschwernisse bzw. Zulagen für selbige, welche im Holzbau anders gelagert bzw. im Kollektivvertrag differenziert geregelt sind.¹¹⁸²

Im Vergleich dazu erfolgt die Berechnung der Materialkosten im K4-Blatt ebenso gemäß ÖNORM B 2061, wobei aufgrund der Vorfertigung die Grundkosten für die Materialien wesentlich höher für die zugekauften Halbfertigteile bzw. Fertigteile sind. Die Gerätekosten, welche im K6-Blatt, und entweder gemäß der Österreichischen Baugeräteliste (ÖBGL)¹¹⁸³ oder anhand der ÖNORM B 2061 zu ermitteln sind, fallen aufgrund ihres verhältnismäßig kleinen Anteils zumeist geringer aus, als dies im mineralischen Massivbau bzw. dem Erdbau der Fall ist.¹¹⁸⁴

Letztlich folgt die Kalkulation der tatsächlichen Leistungspositionen im K7-Blatt gemäß ÖNORM B 2061 analog jener des mineralischen Massivbaus, wobei die Fremdleistungen aufgrund des meist hohen Anteils für Materialzukaufe sowie wegen der im Holzbau oftmals auftretenden Vergabe der Montage an externe spezialisierte Montageteams (Vgl. Kap. 4.2.4) und des Einsatzes von angemieteten Hebegeäten und Arbeitsbühnen spezieller Vermieter einen teils hohen Anteil ausmachen können. Dem kontrovers diskutierten Thema Gesamtzuschlag (GZ) im Bauwesen, welcher die Geschäftsgemeinkosten, die Bauzinsen, das Wagnis und den Gewinn (Vgl. Kap. 2.3.3) beinhaltet, kommt im Holzbau aufgrund der Vorverlagerung in die Produktion eine geänderte Bedeutung zu, als dies bei anderen

¹¹⁸¹ Vgl. KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: bauaktuell, Nr. 3/5. Jahrgang/Mai 2014. S. 97

¹¹⁸² Vgl. SCHAUER, P.; TUPI, A.: Standardkalkulation im Holzbau – Leitfaden für die Kalkulation nach der neuen LG HB 36 Holzbauarbeiten. S. 31

¹¹⁸³ Vgl. FACHVERBAND DER BAUINDUSTRIE DER WKO: ÖBGL Österreichische Baugeräteliste 2015 – Technisch-wirtschaftliche Baumaschinendaten. S. 1 ff

¹¹⁸⁴ Vgl. KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: bauaktuell, Nr. 3/5. Jahrgang/Mai 2014. S. 98

Vor-Ort-Bauweisen der Fall ist. Im Holzbau fällt dieser zumeist aufgrund der Risikoverschiebung in die Produktion geringer aus. Dennoch stellt der Gesamtzuschlag eine nicht zu vernachlässigende Komponente in der Preisbildung dar. Der im mineralischen Massivbau übliche Zuschlag für die Generalunternehmerleistung wird in den meisten Fällen des Holzbaus nicht angesetzt, was sich jedoch aufgrund der Entwicklung des Holzbaus weg vom klassischen Subunternehmer hin zum Generalunternehmer kontinuierlich ändert, um auch die Risiken für Subunternehmerleistungen abdecken zu können.¹¹⁸⁵

Dem Aufbau der Baukalkulation gemäß ÖNORM B 2061 folgend wurde im Rahmen des Projektes (SYS)HOLZ-KALKulation in Ergänzung bzw. als Fortführung zur neuen Standardisierten Leistungsbeschreibung LG 36 Holzbauarbeiten eine Standardkalkulation der meisten neu geschaffenen Leistungspositionen vorgenommen. Um im Zuge einer Ausschreibung eine rasche und mit geringer Schwankungsbreite versehene erste Kostenschätzung durchführen zu können, wurde eine Standardkalkulation im Kalkulationsprogramm Auer Success (NEVARIS Bausoftware GmbH als Teil der Nemetschek Group)¹¹⁸⁶ gemäß ÖNORM B 2061 ausgearbeitet, welche nach ähnlichen Gesichtspunkten wie die Kalkulation eines mineralischen Massivbaus aufgebaut ist (Vgl. Kap. 2.3.3). Die dabei zugrunde liegende Systematik geht einerseits von einem vom Kalkulanten zu definierenden Vorfertigungsgrad aus und erlaubt durch die Festlegung zahlreicher Variablen in Bezug auf die Materialeigenschaften und -dimensionen, sowie aufgrund globaler Variablen betreffend Eigen-, Fremd- oder Mischfertigung und abschließend zu definierende Leistungsvariablen, welche die eigentlichen Kalkulationsansätze zur Leistungserbringung darstellen eine rasche, nachvollziehbare und plausible Kalkulation.

Das nachfolgende Bild 4.47 zeigt als Beispiel die Positionskalkulation eines Wandelementes im K7-Blatt mit den zu definierenden Variablen, den zugrunde liegenden Löhnen und Materialien, sowie die einzelne Schritte der Fertigung, des Transportes und der Montage.

¹¹⁸⁵ Vgl. ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 223 ff

¹¹⁸⁶ Vgl. <http://www.bausoftware.com/>. Datum des Zugriffs: 22.Februar.2018

Position	HB1002A	Wandrohbauelement MDF-OSB 19cm	LV-Menge	100,00	m2		
1 #	BmNr.	Ansatzformel	Bezeichnung	Ansatz	EH	Kosten	Preis
2		eig = 1.0 ; Eigenanteil 1=100%		1,000000			
3 #		vr = 1		1,000000			
4		1= A) vorgefertigtes Rohbauelement					
5		0= B) Fertigung vor Ort					
6 U		A) ***VORGEFERTIGTES ROHBAUELEMENT***		1,000000			
7 #		wf = 1					
8		0= A.1) Zukauf Wandelement					
9		1= A.2) Werksfertigung					
10 E		A.1) ***ZUKAUF WANDELEMENT***					
11 M6HB169913		60,00'Euro/m2*vr*(1-wf)*eig	Zukauf Wandelement Holzrahmenbau		EUR		
12 T		ZUKAUF WANDELEMENT	Teilsuppe		h		
13 E		A.2) ***WERKSFERTIGUNG***		0,060000			
14 #		b = 0,06 ; Breite Konstr.holz in m		0,160000			
15 #		h = 0,16 ; Höhe Konstr.holz in m		0,625000			
16 #		es = 0,625 ; Steherabstand in m		3,000000			
17 #		he = 3,00 ; Höhe Element in m		2,000000			
18 #		ri = 2,0 ; Anzahl Riegel horizontal		2,000000			
19 #		hb = 1,05*(1/es+ri/he) ; Holzbedarf m/m2		3,000000			
20 #		lm = 30,0 ; Leistung MDF m2/h		25,000000			
21 #		lr = 25,00 ; Leistung Holzrahmen m2/h		20,000000			
22 #		ld = 20,0 ; Leistung Dämmung m2/h		30,000000			
23 #		lo = 30,0 ; Leistung OSB m2/h					
24		— Ende Variableneingabe —					
25 M6HB169907		1,0/8LVMG*vr*wf*eig	Werkstattprengung incl. LDV	0,010000	ST		
26 M6HB169902		1/5,0*vr*wf*eig ; Sik/m2 Wandelement	Montageschrauben	0,200000	ST		
27 M6HB169905		2/5,0*vr*wf*eig ; Sik/m2 Wandelement	Montageschrauben	0,400000	ST		
28 E		MDF 15mm außen:					
29 L479*		2,0*Mann/lm*vr*wf*eig	Lohn Holzbau Werksfertigung	0,066667	h	2,333	2,683
30 M6HB16551010		1,05*vr*wf*eig	MDF-LA 15mm	1,050000	m2		
31 M6HB16V2991		0,20'Euro/m2*vr*wf*eig	Schrauben allgemein	0,200000	EUR	0,200	0,230
32 E		Holzrahmen:					
33 L479*		3,0*Mann/lr*vr*wf*eig	Lohn Holzbau Werksfertigung	0,120000	h	4,200	4,830
34 M6HB16107710		hb*b*h*vr*wf*eig	Konstruktionshz. 6,0x16,0cm VHF/Ta C24	0,022848	m3		
35 L67940		hb*b*h*vr*wf*eig	Abbind-Beschlucht	0,022848	m3	2,687	3,090
36 M6HB16V2991		1,50'Euro/m2*vr*wf*eig	Schrauben allgemein	1,500000	EUR	1,500	1,725
37 E		Dämmung:					
38 L479*		1,0*Mann/ld*vr*wf*eig	Lohn Holzbau Werksfertigung	0,050000	h	1,750	2,013
39 M6HB166115		1,01*vr*wf*eig	MDF	1,010000	m2	19,241	22,127
40 E		OSB 15mm innen:					
41 L479*		2,0*Mann/lo*vr*wf*eig	Lohn Holzbau Werksfertigung	0,066667	h	2,333	2,683
42 M6HB16501110		1,05*vr*wf*eig	OSB/3 15mm	1,050000	m2	9,566	11,000
43 M6HB16V2991		0,20'Euro/m2*vr*wf*eig	Schrauben allgemein	0,200000	EUR	0,200	0,230
44 T		WERKSFERTIGUNG	Teilsuppe	0,303334	h	44,010	50,611

Bild 4.47 Beispielposition der Standardkalkulation gemäß LG 36 Holzbauarbeiten – Projekt (SYS)HOLZ-KALKulation – Bereich Variablen, Lohn, Materialeingabe ¹¹⁸⁷

Aufbauend auf die grundsätzliche Variableneingabe und die Deklaration der zugrunde liegenden Löhne und Materialien erfolgt in einem weiteren Schritt die Festlegung der Randbedingungen zur Herstellung des Wandelementes im Rahmen der Vorfertigung mit den zugehörigen Ansätzen für die Planung und Herstellung.

¹¹⁸⁷ SCHAUER, P.; TUPI, A.: Standardkalkulation im Holzbau – Leitfaden für die Kalkulation nach der neuen LG HB 36 Holzbauarbeiten. S. 49, 51

13	E	A.2) ***WERKSFERTIGUNG***					
14	#	b = 0,06 ; Breite Konstr.holz in m			0,060000		
15	#	h = 0,16 ; Höhe Konstr.holz in m			0,160000		
16	#	es = 0,625 ; Steherabstand in m			0,625000		
17	#	he = 3,00 ; Höhe Element in m			3,000000		
18	#	ri = 2,0 ; Anzahl Riegel horizontal			2,000000		
19	#	hb = 1,05*(1/es+ri/he) ; Holzbedarf m/m2			2,380000		
20	#	lm = 30,0 ; Leistung MDF m2/h			30,000000		
21	#	lr = 25,00 ; Leistung Holzrahmen m2/h			25,000000		
22	#	ld = 20,0 ; Leistung Dämmung m2/h			20,000000		
23	#	lo = 30,0 ; Leistung OSB m2/h			30,000000		
24		— Ende Variableneingabe —					
25	M6HB169907	1,0/8LVMG/r/w/Feig	Werkstattplanung incl. EDV		0,0		
26	M6HB169902	1/5,0/r/w/Feig ; Sik./m2 Wandelement	Montageschlaufen		0,2		
27	M6HB169905	2/5,0/r/w/Feig ; Sik./m2 Wandelement	Montageschrauben		0,4		
28	E	MDF 15mm außen:					
29	L479*	2,0/Mann/lm/r/w/Feig	Lohn Holzbau Werksfertigung	0,066667 h	2,333	2,683	
30	M6HB16551010	1,05/r/w/Feig	MDF/LA 15mm		1,050000	m2	
31	M6HB16V2991	0,20/Euro/m2/r/w/Feig	Schrauben allgemein		0,200000	Euro	
32	E	Holzrahmen:					
33	L479*	3,0/Mann/lr/r/w/Feig	Lohn Holzbau Werksfertigung	0,1			
34	M6HB16107710	hb/b/r/w/Feig	Konstruktionshz. 6,0x16,0cm VH F/Ta C2		0,0		
35	A67940	hb/b/r/w/Feig	Abbund Dachstuhl		0,0		
36	M6HB16V2991	1,50/Euro/m2/r/w/Feig	Schrauben allgemein		1,50		
37	E	Dämmung:					
38	L479*	1,0/Mann/ld/r/w/Feig	Lohn Holzbau Werksfertigung	0,050000 h	1,750	2,013	
39	M6HB166115	1,01/r/w/Feig	MW-Keil/Klemm 16cm		1,0		
40	E	OSB 15mm innen:					
41	L479*	2,0/Mann/lc/r/w/Feig	Lohn Holzbau Werksfertigung	0,0			
42	M6HB16501110	1,05/r/w/Feig	OSB/3 15mm		1,05		
43	M6HB16V2991	0,20/Euro/m2/r/w/Feig	Schrauben allgemein		0,20		
44		WERKSFERTIGUNG	Teilsomme		0,3		



Bild 4.48 Beispielposition der Standardkalkulation gemäß LG 36 Holzbauarbeiten – Projekt (SYS)HOLZ-KALKulation – Bereich Fertigung ¹¹⁸⁸

Ergänzend dazu erfolgen im nächsten Schritt sämtliche Festlegungen für den zur Baustelle anfallenden Transport sowie die Montage vor Ort.

¹¹⁸⁸ SCHAUER, P.; TUPI, A.: Standardkalkulation im Holzbau – Leitfaden für die Kalkulation nach der neuen LG HB 36 Holzbauarbeiten. S. 52

C) ***TRANSPORT***			
81	U	ACHTUNG: Transport stehend oder liegend!	
82	I	ent = 60,0 ; Entfernung in km	60,000000
83	#	v = 40,0 ; Geschw. in km/h im Mittel	40,000000
84	#	bz = 0,75 ; Beladezeit in h	0,750000
85	#	fu = 75,00 ; m2 je Fuhre	75,000000
86	#	— Ende Variableneingabe —	
87	I		
88	ALP302033064	1,0*(2*ent*(v+bz)/fu)*eig ; Eigentr.	Tiefeladesattel Pfl 6x4 40t (31.8t) L+E 0,050000 h 3,895 4,480
89	M43999E	; 500,0*/Euro/(&LVMG)*eig ; Transp. PA	Transportkosten allgemein EUR
90	T	TRANSPORT	Teilsumme h 3,895 4,480

D) ***MONTAGE***			
91	U	Lwre = 30,0 ; Leistg versetz. Elem. m2/h	30,000000
92	#	Lfv=20,0 ; LÄ. Fugen vert. Holz/Holz	20,000000
93	#	Lfh=25,0 ; LÄ. Fugen hor. Holz/Holz	25,000000
94	#	Lfb=15,0 ; LÄ. Fugen hor. Holz/Beton	15,000000
95	#	ev=0,50 ; Abst. Vbm. vert. Holz/Holz	0,500000
96	#	ehh=0,50 ; Abst. Vbm. hor. Holz/Holz	0,500000
97	#	ehb=1,00 ; Abst. Vbm. hor. Holz/Beton	1,000000
98	#	— Ende Variableneingabe —	
99	I		
100	E	-Vorarbeiten-	
101	I	Aufliegen, Montenausgleich, Auflager...	
102	L474*	3*3,00/(&LVMG)*eig	Lohn Holzbau klassisches Montageteam 0,490000 h 3,646 4,193
103	M6HB16114610	1,05*Lfhb*0,05*h*0,10*b/(&LVMG)*eig	VH rechteckig F/Ta rau C24 0,00799 m2
104	M6HB169908	Lfhb*0,10*0,10*2000*kg/(&LVMG)*eig	Quellmörtel 3,000000 kg
105	E	Elemente versetzen:	
106	L474*	4,0/Mann/Lwre)*eig	Lohn Holzbau klassisches Montageteam 0,13
107	ALC201009000	1,0/Lwre)*eig	Teleskopmobilkran 90tm 150DKW/L+E 0,03
108	ALP302033064	1,0/Lwre)*eig	Tiefeladesattel Pfl 6x4 40t (31.8t) L+E 0,05
109	M6HB169909	10,0/(&LVMG)*eig	Montagestützen 10
110	E	Verbindungen der Wandstrebenaustemler:	
111	A6HB160002	Lfv/ev/(&LVMG)*eig ; Fuge vert. H/H	Verschraubungsgrad 2, Holz/Holz 4,000000 ST 0,812 0,934
112	A6HB160022	Lfh/ehh/(&LVMG)*eig ; Fuge hor. H/H	Winkelverbinder Bet.grad 2, Holz/Holz 5,000000 ST 1,454 1,673
113	A6HB160031	Lfb/ehb/(&LVMG)*eig ; Fuge hor. H/B	Winkelverbinder Bet.grad 3, Holz/Beton 1,500000 ST 2,074 3,308
114	M6HB1688	(Lfv+Lfh+Lfb)/(&LVMG)*eig	Fugenband 6,000000 m 2,796 3,215
115	T	MONTAGE	Teilsumme 0,336667 h 22,167 25,487
116	Z	Eigenleistung	Zwischensumme 0,640001 h 70,072 80,578
117	U	Subleistung	
118	LP95E1*	30,0*(1,0-eig)*&holz	Prof. Holzbau Lohn EUR
119	LP96E1*	50,0*(1,0-eig)*&holz	Prof. Holzbau Sonstiges EUR
120	T	Subleistung	Teilsumme h



Bild 4.49 Beispielposition der Standardkalkulation gemäß LG 36 Holzbauarbeiten – Projekt (SYS)HOLZ-KALKulation – Bereich Transport und Montage ¹¹⁸⁹

Diese Form der detaillierten Standardkalkulation im K7-Blatt der ÖNORM B 2061 wurde im Kalkulationsprogramm in ähnlicher Form für die meisten der 798 neu geschaffenen Leistungspositionen der neuen LG 36 Holzbauarbeiten vorgenommen. Sie erlaubt damit dem Kalkulanten eine rasche Ermittlung der Herstellkosten bzw. kostendeckender Preise im Rahmen der Vor- bzw. Nullkalkulation ohne weitere Berücksichtigung etwaiger Nachlässe udgl. und ohne weitere Vertiefung in die Details.

Im Kontext einer (Bau-)Kalkulation sind jedoch Eingangswerte erforderlich, welche die firmeninternen Vorgänge widerspiegeln und die zu erwartenden Rahmenbedingungen einer Fertigung oder Baustelle in Form von Kalkulationsansätzen abbilden. Diese Aufwands- bzw. Leistungswerte (Vgl. Kap. 2.3.3) bilden die Basis für jede Kalkulation. Sie können entweder firmeninternen Aufzeichnungen und im besten Fall Nachkalkulationen von abgeschlossenen Baustellen entsprechen, oder aber allgemein zugänglicher einschlägiger Literatur entstammen. Durch die technischen Entwicklungen im Holzbau wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche neue Bauweisen, Bau- und Verbindungssysteme sowie Hilfstech-niken auf den Markt gebracht, welche aufgrund ihres bisher kurzen

¹¹⁸⁹ SCHAUER, P.; TUPI, A.: Standardkalkulation im Holzbau – Leitfaden für die Kalkulation nach der neuen LG HB 36 Holzbauarbeiten. S. 53, 54

Einsatzes naturgemäß wenig bis keine Erfahrungswerte in der Kalkulation aufweisen. Demnach erscheint es sinnvoll, diese neuen Systeme im regulären Einsatz auf der Baustelle bzw. in der Produktion zu untersuchen, um daraus abgeleitet Kalkulationsansätze generieren zu können. Hierzu ist es notwendig, Baustellenuntersuchungen, Analysen von Arbeitsabläufen sowie Arbeitszeitaufzeichnungen zu tätigen, um daraus allgemein gültige, nachvollziehbare und belastbare Kalkulationsansätze in Form von Aufwands- und Leistungswerten generieren zu können. Der Mangel an allgemeiner facheinschlägiger Literatur zu diesem Thema erfordert umfangreiche Untersuchungen auf konkreten Baustellen, welche das erforderliche Datenmaterial für künftig zu kalkulierende Baustellen liefern. Die dabei zugrundeliegende Systematik der REFA-Analyse (Vgl. Kap. 5.3.1) bildet die Basis für sämtliche weitere Ableitungen von Kalkulationsansätzen.

Es zeigt sich, dass sich durch eine Vielzahl an konkreten Analysen und Betrachtungen der Arbeitssysteme unterschiedliche Werte in Bezug auf den Arbeitsaufwand pro Einheit ergeben^{1190, 1191, 1192, 1193, 1194, 1195, 1196}, welche auch spezifisch interpretiert werden müssen (Vgl. Kap. 5.3.5). Dies ist einerseits den Umständen der jeweiligen Leistungserbringung geschuldet, andererseits auch von den jeweiligen Randbedingungen der Baustelle, der gewählten Art der Konstruktion sowie vom eingesetzten Montagepersonal abhängig. Dadurch erscheint es sinnvoll, die ermittelten Werte im Vorfeld auf ihre Rahmenbedingungen hin zu überprüfen und entsprechend der zu kalkulierenden Situation anzupassen. Dennoch ist die Datenbasis für sämtliche Kalkulationen unumgänglich, da diese Eingangsparameter der Schlüssel für eine kostendeckende Kalkulation und für einen gewinnbringenden Auftrag bilden.^{1197, 1198}

¹¹⁹⁰ Vgl. EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung. S. 1 ff

¹¹⁹¹ Vgl. LEITENBAUER, A.: Kalkulatorischer Vergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau. S. 1 ff

¹¹⁹² Vgl. DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 1 ff

¹¹⁹³ Vgl. KAISER, V.: Bauablaufanalyse der Verbindungstechnik im mehrgeschossigen Holzwohnbau mit speziellem Fokus auf die Aufwandswertermittlung. S. 1 ff

¹¹⁹⁴ Vgl. HUTER, P.: Bauwirtschaft im mehrgeschossigen Holzwohnbau – Analyse unterschiedlicher Vorfertigungstiefen bei Wandsystemen. S. 1 ff

¹¹⁹⁵ Vgl. COLAVIZZA, A.: Baubetrieb im mehrgeschossigen Holzwohnbau – Arbeitsvorbereitung, Logistik und Gerätetechnik. S. 1 ff

¹¹⁹⁶ Vgl. PLOCIENNIK, D.: Analyse der Arbeitsprozesse im Holzbau mit speziellem Fokus auf die Aufwands- und Leistungswertermittlung. S. 1 ff

¹¹⁹⁷ Vgl. KOPPELHUBER, J.; SCHLAGBAUER, D.; HECK, D.: Cost calculation in prefabricated timber construction – process analysis on site and applicability for future projects. In: Implementing Innovative Ideas in Structural Engineering and Project Management. S. 6

¹¹⁹⁸ Vgl. KOPPELHUBER, J.; LEITENBAUER, A.; HECK, D.: Calculative cost and process analysis of timber-concrete-composite ceilings with focus on effort and performance values for cost calculations of multi-storey timber buildings. In: proceedings WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering, 2016. S. 8

4.4.3 Wirtschaftlichkeit im Holzbau – Kosten und Preise

Die Entscheidung über einen einzusetzenden Baustoff bzw. ein geeignetes Bausystem wird anhand der zu erwartenden Kosten getroffen. Dabei scheint es unerheblich, ob dieser auch als Herstellkosten einzuordnender Werteeinsatz angemessen für das Unternehmen kalkuliert wurde oder nicht. Der Investor bzw. Bauherr entscheidet anhand der Herstellkosten und berücksichtigt zum Leidwesen des Holzbaus wenig bis keine soft-facts (Vgl. Kap. 4.4), welche finanziell schwer bewertbar sind, jedoch im Zuge einer Lebenszyklusbetrachtung ausschlaggebend werden können.

Zahlreiche Kostenvergleiche des Holzbaus zu anderen Baustoffen, wie sie üblicherweise entstehen bzw. in vielen Fällen zur Argumentation herangezogen werden, basieren lediglich auf einem Vergleich der Herstellkosten und berücksichtigen die zusätzlichen soft-facts lediglich argumentativ. Dabei zeigt sich, dass Baustoff-Vergleiche oftmals im Nachhinein geführt werden, und unter Berücksichtigung des tatsächlich eingesetzten Baumaterials keine Anpassung an die technischen Anforderungen bzw. Randbedingungen des jeweils anderen Baustoffs – in diesem Fall Holzbau – berücksichtigt werden. Diese Kostenvergleiche erscheinen in zahlreichen Fällen nicht eindeutig und nachvollziehbar, da sich die örtlichen Gegebenheiten, die Architektur, die Bauweise, die Nutzung, die spezifischen Eigenschaften der Bauteile und die Gebäudekosten an sich oftmals stark unterscheiden. Demnach lässt eine derartige Betrachtung unterschiedlicher Bausysteme bzw. Bauweisen an demselben Bauobjekt lediglich einen qualitativen Vergleich für aussagekräftige Investitionsentscheidungen zu.¹¹⁹⁹ Die Problematik liegt vor allem darin, dass sämtliche technische Spezifika, wie bspw. Bauphysik, Brand- und Schallschutz sowie Statik und Konstruktion in den meisten Fällen für einen Baustoff bzw. Bausystem festgelegt bzw. ermittelt werden und eine gänzliche Anpassung an die Eigenschaften eines anderen alternativen Baustoffes zur neuerlichen Preisbildung nicht vorgenommen wird.

Daher ist es notwendig, einen derartigen Kostenvergleich auf neutraler Basis zu schaffen. Dies kann bspw. durch einen kalkulatorischen Verfahrensvergleich ermöglicht werden, welcher im Vorfeld der Ausführung im Rahmen der Kalkulation einen Vergleich durchgeführt wird. Dabei ist es notwendig, die gewählten Verfahren bzw. Bausysteme insofern neutral zu betrachten, als dass sämtliche technische Randbedingungen und Annahmen auch für die jeweilige Bauweise spezifisch festgelegt werden. Dies bedeutet, dass bspw. die Statik und Bemessung der Bauteile für ein Gebäude für beide Baustoffe separat und unabhängig voneinander erstellt werden muss, da sich aufgrund der Lastannahmen bzw. Baustoffspezifika erhebliche Änderungen in den Bauteilvolumina ergeben können. Im Falle des Holzbaus wäre das um ein Vielfaches geringere Eigengewicht von

¹¹⁹⁹ Vgl. KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: Tagungsband 2. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2015 – Bauwirtschaftliche Optimierungsansätze im Holzbau. S. 36

rund 1/5 ein wesentlicher Einfluss bspw. auf die Fundamentierung. Eine ähnliche Situation ergibt sich aufgrund der bauphysikalischen Anforderungen seitens der normativen und baurechtlichen Vorgaben gemäß der OIB, den Baugesetzen udgl. In der Berechnung eines bauphysikalischen Wand- bzw. Deckenaufbaus für ein Bauwerk sind die jeweiligen Kenngrößen des Baustoffs einzusetzen und eine Berechnung jedes Bausystems separat vorzunehmen. Dies ergibt vor allem im Holzbau im Vergleich zum mineralischen Massivbau erhebliche Unterschiede in den Wandaufbauten und Wandstärken und somit auch im Nutzflächengewinn.

Demgemäß haben empirische Untersuchungen^{1200, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205} ergeben, dass sich aufgrund dieser Form der kalkulatorischen Verfahrens- bzw. Kostenvergleiche im Vorfeld der Ausführung durchaus erhebliche Unterschiede in der Preisgestaltung darstellen lassen, als dies bei nicht auf neutraler Basis durchgeführten Kosten- bzw. Preisvergleichen der Fall ist. Wesentlich erscheint in diesem Zusammenhang eine Betrachtung eines bauphysikalischen Äquivalentes, welches lediglich die baustoffspezifischen Grundbedingungen berücksichtigt, zahlreiche (vor allem) Ausbaugewerke aber in die Berechnung nicht miteinfließen lässt. Dies bedeutet, dass zwar sämtliche Wand-, Decken- und Dachaufbauten zur Erreichung des geforderten U-Wertes, den Schall- und Brandschutzanforderungen dem Baustoff entsprechend zu wählen sind, die tatsächliche letzte Ebene eines Aufbaus (Außenhaut/Fassade, Innenschale) jedoch keine Berücksichtigung findet. Diese wäre im Falle eines Wandaufbaues die äußerste Fassadenbekleidung, im Deckenaufbau die oberste Nuttschicht eines Fußbodenaufbaus sowie im Falle eines Dachaufbaus die Dacheindeckung. Speziell in diesen Bereichen bestehen sehr große Schwankungsbereiche bezogen auf die Kosten der eingesetzten Materialien, welche zu einer Verzerrung der tatsächlichen Herstellkosten eines Bauteils führen. Dennoch zeigt sich, dass die meisten Untersuchungen und Kostenvergleiche, wie sie in der Praxis vor allem von Bauträgern und Planern geführt werden, diese Form der neutralen Betrachtung nicht berücksichtigen und wiederkehrend der gesamte Wand-, Decken oder Dachaufbau mit allen Schichten in den Vergleich einfließt. Dadurch besteht die Gefahr, dass die bevorzugte Bauweise durchaus kostengünstiger erscheint. Ein weiteres Merkmal besteht auch im Umstand, dass die Ausbaugewerke eines Holzbaus zumeist hochwertigere Baustoffe beinhalten, als dies vor allem im großvolumigen, mehrgeschossigen mineralischen Massivbau der Fall ist.

¹²⁰⁰ Vgl. ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 1 ff

¹²⁰¹ Vgl. LEITENBAUER, A.: Kalkulatorischer Verfahrenvergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau. S. 1 ff

¹²⁰² Vgl. KOHLBACH, D.; PROVASNEK, S.: Wirtschaftlichkeitsvergleich von Deckensystemen – konventionelle Betondecken und Brettspertholzdecken im Geschosswohnbau. S. 1 ff

¹²⁰³ Vgl. HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 1 ff

¹²⁰⁴ Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 1 ff

¹²⁰⁵ Vgl. STAUBMANN, J.: Die Holzmassivbauweise im Einfamilienhausbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Bauweise. S. 1 ff

An dieser Stelle wäre bspw. das Fenster anzuführen, welches in vielen Fällen des mineralischen Massivbaus aus Kunststoff hergestellt ist, um kostengünstigen Wohnraum zu schaffen. Im Umkehrschluss würde jedoch lediglich in den seltensten Fällen in einem Holzbau ein Kunststofffenster eingebaut werden, sondern ein eher höherwertiges und damit teureres Holz- oder Holz-Alufenster. Demgegenüber müsste bei einer gleichwertigen Gegenüberstellung aber auch in einem mineralischen Massivbau sehr wohl ein hochwertiges Fenster eingebaut werden. Allein dieser Umstand zeigt, dass ein Vergleich der gesamten Herstellkosten dadurch eine Verzerrung der tatsächlichen Situation erfährt. Ein weiteres Beispiel wäre die Nutzschicht des Fußbodens. In einem auf die Kostenreduktion getrimmten mineralischen Massivbau wird eher Fertigparkett anstelle von Massivparkett eingebaut, was in einem Holzbau eher unwahrscheinlich erscheint. Daher ist auch im Falle eines Vergleiches von Deckenaufbauten die letzte Ebene in der Berechnung zu vernachlässigen. Ähnliche Beispiele können auch für die Dämmung, die Fassade, die Dachdeckung, den Innenausbau/-putz udgl. geführt werden.

Es zeigt sich dennoch anhand durchgeführter Kostenanalysen auf Basis neutral geführter kalkulatorischer Verfahrensvergleiche unter Berücksichtigung des jeweiligen statischen bzw. bauphysikalischen Äquivalentes, dass der Holzbau mit ausschließlichem Fokus bezogen auf die Herstellkosten in den meisten Fällen zwischen 5 und 7 % teurer erscheint¹²⁰⁶, als dies beim mineralischen Massivbau der Fall ist. Die Schwankungsbreite ergibt sich aufgrund der bautechnischen und baugesetzlichen Anforderungen vor allem durch die Mehrgeschossigkeit und den jeweils gültigen Brandschutzbestimmungen. Diese höheren Herstellkosten ergeben sich vor allem aus der Tatsache, dass das Grundmaterial Holz teurer ist, als dies bei den Baustoffen Ziegel oder Beton der Fall ist.

Daher besteht im Zuge eines Vergleichs von Bauweisen bzw. Baustoffen die Forderung nach einer vertieften baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Untersuchung, welche einerseits die Kriterien der Vorfertigung und der Montage, der Ausbauleistungen vor Ort sowie das Thema Baustellen-einrichtung näher betrachtet. Andererseits gilt es die Kriterien des Nutzflächengewinns, der verbauten Kubatur und der damit zusammenhängenden Transport- und Baustellenlogistik sowie das Kriterium der kürzeren Bauzeit für den Edelrohbau und der damit verbundenen früheren Nutzung zu untersuchen.

Das nachfolgende Bild 4.50 zeigt exemplarisch einen auf neutraler Basis durchgeführten Kostenvergleich eines 3- und eines 8-geschossigen Wohnbaus, welcher jeweils mit dem Baustoff Holz und Beton im Vorfeld der Ausführung statisch und bauphysikalisch gerechnet und darauf aufbauend gemäß ÖNORM B 2061 kalkuliert wurde.

¹²⁰⁶ Vgl. ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 216 ff

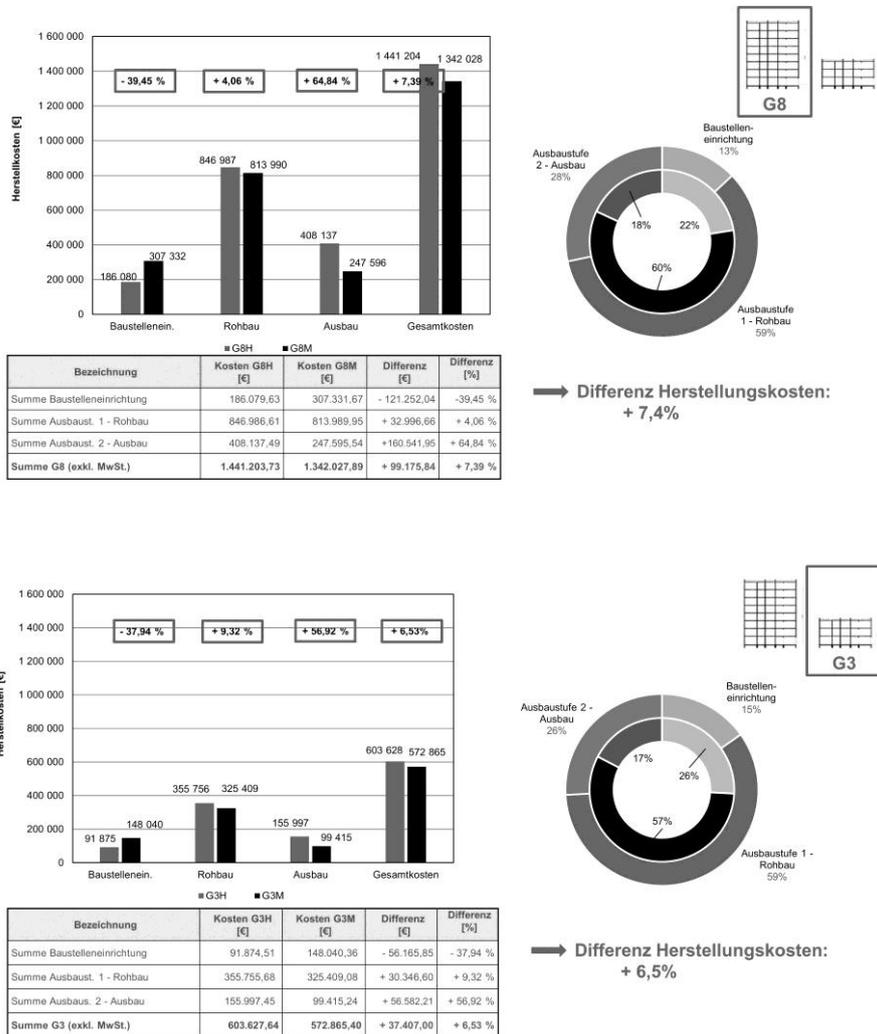


Bild 4.50 Gesamtdarstellung Vergleich Herstellkosten Holzbau – mineralischer Massivbau – Projektstudie 3- und 8-Geschosser ¹²⁰⁷

Den zurzeit nachweislich höheren Kosten des Holzbaus stehen jedoch Faktoren gegenüber, welche zwar nicht im Sinne der Herstellkosten zu bewerten sind, jedoch in eine Entscheidung für oder gegen einen Baustoff durchaus einfließen sollten.

Dies ist vor allem im Falle eines mehrgeschossigen Bauwerkes der Aspekt Nutzflächengewinns aufgrund geringerer Wandstärken. Dieser Faktor der im Holzbau geringeren erforderlichen Wandstärke, welcher sich teilweise

¹²⁰⁷ weiterentwickelt aus: ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 177 – 215

aus der Statik, aber hauptsächlich bauphysikalisch aufgrund der verwendeten Produkte und Bausysteme (bspw. Brettsper Holz) begründet ist, kann über die Fläche und die Geschoße bei gleichbleibender Fassadenflucht eine um 2 bis 3 % höhere Nutzfläche ergeben, welche umgelegt auf die Herstellkosten diese bezogen auf die m² NFL deutlich reduzieren kann, wie dies Bild 4.51 zeigt.¹²⁰⁸

Vergleich Wohn-Nutzflächen (W-NF)

	8G	3G
W-NF Holz-Massivbau:	2.315 m ²	814 m ²
W-NF mineralischer Massiv.: :	2.248 m ²	791 m ²
Differenz:	+ 67 m²	+ 23 m² (+ 3 %)

aktuelle Kauf- und Mietpreise Graz (Stand Okt. 2013)

- Wohnung Miete (51-80 m²): 11,50 €/m² (kalt)
- Wohnung Kauf (51-80 m²): 2.591 €/m²

Projekt	Differenz Wohn-Nutzf. [m ²]	Differenz – Herstellkosten [€]	Einnahmen Verkauf [€]	Einnahmen Miete [€]
8-geschossiger Wohnbau	+ 67	+ 99.176	+ 173.600	+ 277.400
3-geschossiger Wohnbau	+ 23	+ 37.407	+ 59.600	+ 95.200

Vergleich Herstellungskosten je m² Wohn-Nutzfläche

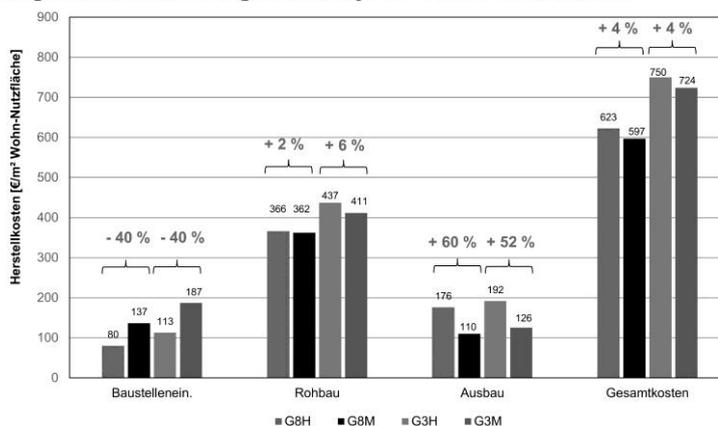


Bild 4.51 Gesamtdarstellung Vergleich Nutzflächen Holzbau – mineralischer Massivbau – Projektstudie 3- und 8-Geschosser ¹²⁰⁹

Ebenso kann aufgrund der auftretenden Vorfertigung im Holzbau ein Kriterium der kürzeren Bauzeit herangezogen werden, welches sich vor allem durch eine wesentlich kürzere Zwischenfinanzierungszeit verdeutlicht und aufgrund der frühzeitigen Fertigstellung im Vergleich zum mineralischen Massivbau einen früheren Bezug eines Holzbaus erlaubt. Dieses

¹²⁰⁸ Vgl. ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 177 ff

¹²⁰⁹ weiterentwickelt aus: ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 177 – 215

Kriterium kann jedoch lediglich dann als Entscheidungskriterium genutzt werden, wenn sämtliche an den Holzbau anschließenden vor Ort ausgeführten Gewerke diese zeitlichen Aspekte im Rahmen der Ausführung nicht mindern bzw. negativ beeinflussen. Es zeigt sich speziell anhand dieses Kriteriums, dass je größer der Vorfertigungsgrad an dieser Stelle realisiert wird, desto eher ein Nutzen daraus gewonnen werden kann (Bild 4.53).¹²¹⁰

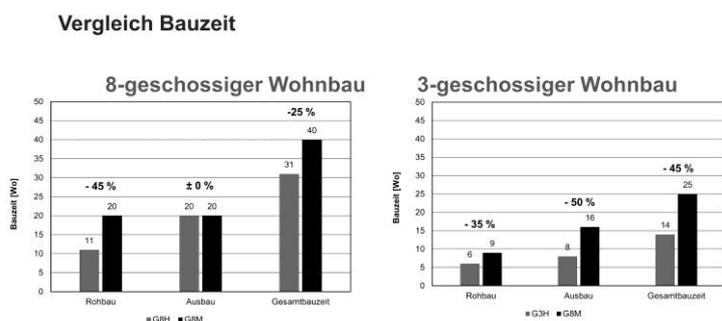


Bild 4.52 Gesamtdarstellung Vergleich Bauzeit Holzbau – mineralischer Massivbau – Projektstudie 3- und 8-Geschosser ¹²¹¹

Ein weiteres Kriterium wäre jenes der Anzahl an Transporten gemäß Bild 4.53, welche aufgrund der Vorfertigung zwischen 70 und 90 % geringer sind, als dies bei mineralischen Massivbauten der Fall ist.¹²¹² Dies kann speziell bei Bauvorhaben im innerstädtischen bzw. dicht verbauten oder großen Wohngebiet als wesentliches Argument bei der Entscheidung für ein Bauvorhaben herangezogen werden, was auch ökologische Vorteile bewirkt. Das sich aufgrund des geringen Eigengewichtes von Holz ergebende Bauteilgewicht bedingt im Weiteren eine wesentlich geringere Fundamentierung bzw. im Falle einer Aufstockung bestehender Bauwerke deutlich reduzierte Verstärkungsmaßnahmen des Bestandstragwerkes.¹²¹³

¹²¹⁰ Vgl. ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 177 ff

¹²¹¹ weiterentwickelt aus: ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 177 – 215

¹²¹² Vgl. ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 177 ff

¹²¹³ Vgl. KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: bauaktuell, Nr. 3/5. Jahrgang/Mai 2014. S. 98 ff

Verbaute Kubatur und Transportanzahl (Rohbau)

	8G	3G
Kubatur Holz-Massivbau:	500 t	70 t
Kubatur mineralischer Massiv:	3.510 t	970 t
Differenz Kubatur:	- 3.010 t	- 900 t
Differenz Transporte:	- 126 Stk.	- 38 Stk.

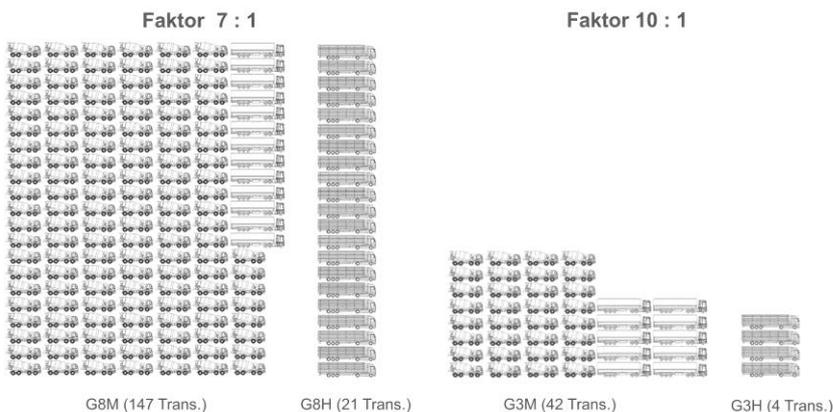
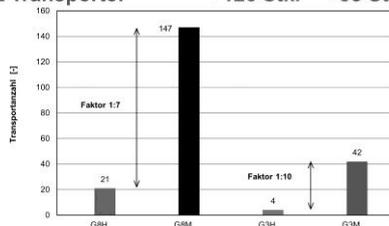


Bild 4.53 Gesamtdarstellung Vergleich Transportanzahl Holzbau – mineralischer Massivbau – Projektstudie 3- und 8-Geschosser ¹²¹⁴

Entsprechend diesem Beispiel zeigt sich, dass der durchgeführte Kostenvergleich aufbauend auf einer neutralen Basis und einer im Vorfeld der Ausführung angesetzten Kalkulation gemäß ÖNORM B 2061 eindeutige und belastbare Aussagen zu unterschiedlichen Baustoffen bzw. Bausystemen liefert. Es wird damit deutlich, dass es sinnvoll erscheint, derartig weitreichende Untersuchungen auch für weitere Bauteile in ähnlicher Art durchzuführen. ¹²¹⁵

Die Basis für eine derartige Kalkulation bilden die dabei angenommenen Kalkulationsgrundsätze bzw. Aufwandswerte (Vgl. Kap. 4.4.2). Ergänzend zu konkret auf Baustellen gemäß der Systematik nach REFA aufgenommenen Eingangsdaten für Kalkulationen (Vgl. Kap.5.3.5), weist auch die einschlägige Literatur Werte zum Holzbau auf, jedoch in einem geringen Umfang und vor allem nicht an die Bauweisen und Systeme des heutigen

¹²¹⁴ weiterentwickelt aus: ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. S. 177 – 215

¹²¹⁵ Vgl. KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: Tagungsband 2. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2015 – Bauwirtschaftliche Optimierungsansätze im Holzbau. S. 37 ff

Holzbaus angepasst. Dennoch beinhalten auch diese allgemein zugänglichen Sammel- bzw. Nachschlagewerke^{1216, 1217, 1218, 1219, 1220, 1221, 1222, 1223, 1224} länderspezifisch zahlreiche zumindest teilweise den Holzbau von heute abdeckende Leistungen und geben Ansätze zur Preisermittlung vor.

Die Kalkulation eines Holzbaus ist von zahlreichen Einflussgrößen bestimmt, welche einerseits durch die Ausschreibung dem Bieter bekanntgegeben, andererseits erst im Laufe der Zeit vor allem im Falle baubegleitender Planung festgelegt werden. Es erscheint daher umso sinnvoller, dass die Planung im Vorfeld zur Ausschreibung und damit vor einer ersten Kalkulation weitestgehend abgeschlossen ist oder zumindest die wesentlichen Entscheidungen über die zu erstellende bzw. zu liefernde Leistung getroffen sind, um damit die Art und die Umstände für die Leistungserbringung und damit für eine hinreichende Kalkulation zu kennen.

Die Einflussgrößen Ausschreibung und Kalkulation sind neben dem Thema der Planung, Industrialisierung im Rahmen der Vorfertigung bzw. Modularität und dem Baubetrieb als die maßgeblichen Schlüsselfaktoren für erfolgreich abgewinkelte Bauvorhaben anzusehen. Das darauf aufbauende bzw. diese Kenngrößen berücksichtigende Geschäftsmodell ermöglicht eine rationelle Umsetzung des Holzbaus mit zahlreichen ergänzenden Schlüsselgewerken. Die Entwicklung eines Bauprozessmodells, welches die Randbedingungen dieser Einflussgrößen berücksichtigt sowie eine technische und bauwirtschaftliche Weiterentwicklung ermöglicht, bildet den Rahmen der weiteren Betrachtung (Vgl. Kap. 6). Dabei scheint ein ganzheitlicher Zugang, welcher zahlreiche Randbedingungen berücksichtigt, unbedingt erforderlich, um die Einflussgrößen eines industrialisierten Holzsystembaus in seiner Gesamtheit fassbar zu machen, welche unter Zuhilfenahme baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Ansätze die Basis für eine künftige Entwicklung im Industriellen Holzbau bieten.^{1225, 1226}

¹²¹⁶ Vgl. PLÜMECKE: Preisermittlung im Holzbau. S. 1 ff

¹²¹⁷ Vgl. SIRADOS: Kalkulationshandbuch Zimmerer, Dachdecker und Klempner. S. 1 ff

¹²¹⁸ Vgl. ARH ARBEITSZEIT-RICHTWERTE HOCHBAU: Holzbau Zimmererarbeiten. S. 1 ff

¹²¹⁹ Vgl. SIRADOS: Kalkulationspreise 2016 Zimmerer, Dachdecker, Klempner. S. 1 ff

¹²²⁰ Vgl. BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Holzrahmenbau Planzeiten. S. 1 ff

¹²²¹ Vgl. BKI BAUKOSTENINFORMATIONSZENTRUM: BKI Kostenplanung – Baukosten Bauelemente Neubau Statistische Kostenkennwerte. S. 182 ff

¹²²² Vgl. BKI BAUKOSTENINFORMATIONSZENTRUM: BKI Kostenplanung – Baukosten Positionen Neubau Statistische Kostenkennwerte. S. 242 ff

¹²²³ Vgl. INSTITUT F ZEITWIRTSCHAFT UND BETRIEBSBERATUNG BAU: Kostendeckende Preise im Holzbau 2011/2012. S. 1 ff

¹²²⁴ Vgl. AOV – AGENTUR, f. ö.: Richtpreisverzeichnis für Hochbauarbeiten 2017. S. 315 ff

¹²²⁵ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrialized timber construction – construction management aspects and influences in modular timber building systems. In: Interaction between Theory and Practice in Civil Engineering and Construction. S. 6

¹²²⁶ Vgl. KOPPELHUBER, J. et al.: Industrialized Timber Building Systems for An Increased Market Share – A Holistic Approach Targeting Construction Management and Building Economics. In: Procedia Engineering, Volume 171. S. 7 ff

4.5 Baubetrieb im Holzbau

Die effiziente Planung und Organisation des Baubetriebs stellt nicht nur im allgemeinen Bauwesen, sondern vor allem auch für den Holzbau aufgrund der industriellen Vorfertigung eine wesentliche Komponente im Sinne einer erfolgreichen Projektabwicklung dar. Die Bereiche Arbeitsvorbereitung, Logistik, Bauverfahrens- und Gerätetechnik sowie die Ressource Personal bestimmen die Kernprozesse in der Umsetzung des Holzbaus ebenso wie die dafür erforderliche Termin- und Ressourcenplanung. Der Zusammenhang der elementaren Produktionsfaktoren mit den dispositiven Faktoren bildet den Baubetrieb im Holzbau vom Input der Rohstoffe in die Fertigung bis zum Output des Produktes und dessen Montage vor Ort ab und wird durch die Produktivität messbar gemacht (Vgl. Kap. 2.4.1). Dabei werden die elementaren Produktionsfaktoren im Holzbau durch die menschliche Arbeitskraft in Form von Vor-, Fach- und Hilfsarbeitern, den Betriebsmitteln, welche durch die eingesetzten Hebe- geräte, Steighilfen, Kleingeräte und Werkzeuge zusammengefasst werden können, sowie den Stoffen, welche durch die im Bauwerk verbleiben- den bzw. die zur Leistung notwendigen und teils temporären Bau- und Hilfsmaterialien abgebildet werden, zusammengefasst. Demgegenüber stehen die dispositiven Faktoren des Holzbaus, welche in Form der Pla- nung durch im Holzbau qualifizierte Fachplaner gebildet werden, sowie jene der Führung, welche sich in steuernde und kontrollierende Elemente auf Seiten der Unternehmensführung, der Abteilungsleitungen sowie der Baustellenführungskräfte abbilden lassen.¹²²⁷ Ergänzend hierzu stellen die Organisation, welche durch die Stabsstellen sowie Produktions-, Lo- gistik- und Montagefachkräfte gebildet werden und die Überwachung, wel- che durch im Dokumentationswesen und in der Qualitätssicherung tätige Personen eine funktionierende Einheit der dispositiven Faktoren dar.

Damit wird erkennbar, dass in Bezug auf die allgemeinen baubetrieblichen Grundsätze (Vgl. Kap. 2.4.1) der Holzbau keine grundsätzliche Unter- scheidung zum allgemeinen Bauwesen vorweist, jedoch aufgrund der Un- ternehmensstruktur sowie der Fertigungs- und Baustellenprozesse im De- tail Unterschiede bestehen. Dies liegt einerseits in der Tatsache der Vor- fertigung im Holzbau begründet, welche naturgemäß abgewandelte Pro- zessketten und Logistikprozesse bedingt. Die auf den Baustellen erforder- lichen Verfahrenstechniken, welche durch die industriell hergestellten Bauweisen, Materialien und Montagesysteme entstehen, erfordern ande- rerseits angepasste Geräte-, Montage- und Verbindungstechniken für eine effiziente Bauumsetzung unter Zuhilfenahme von qualifiziertem Per- sonals.

¹²²⁷ Vgl. LANG WOLFGANG: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen – Ansätze zur Zusammenstellung des Projektteams in Abhängigkeit relevanter Einflussfaktoren. S. 53 ff

4.5.1 Arbeitsvorbereitung und Fertigungsplanung im Holzbau

Die Vorfertigung des Holzbaus bedarf einer intensiven Fertigungsplanung für die Produktion bzw. einer material- und systemgerechten Arbeitsvorbereitung für den zumeist kurzfristigen Baustelleneinsatz. Dabei sind sämtliche allgemeine Grundlagen der Arbeitsvorbereitung (Vgl. Kap. 2.4.2) an die Anforderungen eines produktionsgesteuerten Holzbaus anzupassen. Dies bedeutet, dass aufgrund der Komplexität der Produktion die Fertigungsschritte selbiger auf die Prozesse der Baustelle abzustimmen sind, wie dies bspw. im Falle der systemgerechten Elementierung von großen Bauteilen und der Zusammenbau im Zuge der Montage bzw. Wiederzerlegbarkeit der Fall ist. Die Thematik der Just-In-Time-Lieferungen (Vgl. Kap. 3.1.2.3) bestimmt den Fertigungsfluss sowie das zugrunde liegende Verfahren, um die Pufferkapazitäten innerhalb der Produktion möglichst gering zu halten.¹²²⁸

Aufbauend auf den einzelnen Prozessen der Arbeitsvorbereitung erfordert der Holzbau eine intensive Betrachtung der Primärprozesse in der Arbeitsvorbereitung (Vgl. Kap. 2.4.2):

- Auswahl der Fertigungsverfahren
- Erstellung der Termin- und Ablaufplanung
- Planung Baustelleneinrichtung
- Durchführung Ressourcenplanung
- Erstellung Arbeitskalkulation

Das Fertigungsverfahren umfasst dabei auf den Holzbau bezogen einerseits die Fließfertigung und andererseits die Taktfertigung. Die Fließfertigung ist bspw. im Falle eines traditionellen Zimmererhandwerksunternehmens im Einsatz, wenn im Unternehmen in der Vorfertigung laufend gleiche oder ähnliche Elemente mit immer wiederkehrenden sich wiederholenden Arbeitsschritten hergestellt werden. Demgegenüber steht die Montage vorgefertigter Halbfertig- oder Fertigteile auf der Baustelle, welche aufgrund teils voneinander unabhängiger Tätigkeiten und zeitgleicher Abläufe eher als Taktfertigung einzustufen ist. Dies trägt zu einer Beschleunigung der einzelnen Arbeitsschritte bei, wobei ausgehend von einer Wochen- und Tagestaktung in Form von Wochen- und Tagesarbeitsplänen die einzelnen Tätigkeiten vor allem in Bezug auf Just-In-Time und Just-In-Sequence-Lieferungen abgestimmt werden müssen.¹²²⁹

Aufbauend auf das ausgewählte Fertigungsverfahren wird die Termin- und Ablaufplanung mit seinen Anfangs- und Endzeitpunkten, den einzelnen

¹²²⁸ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529 ff

¹²²⁹ Vgl. DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 53

Vorgängen sowie erforderlichen Pufferzeiten und zu erreichenden Meilensteinen erstellt. Diese im Rahmen der Angebotslegung bereits im Groben erstellte Termin- und Ablaufplanung wird im Laufe der Arbeitsvorbereitung immer detaillierter und je nach Komplexität und Größe des Bauvorhabens bis auf einen täglichen Arbeitsplan verfeinert. Vor allem unvorhergesehene Komponenten, wie witterungsbedingte Einflüsse, ablaufbedingte Störungen aufgrund von Lieferverzögerungen, der nicht ausreichenden zur Verfügung stehenden von mit anderen (Sub-)Unternehmern geteilten Hebe- und Transportgeräten sowie der nicht rechtzeitigen Fertigstellung von Vorarbeiten anderer stellen maßgebliche Einflüsse in einer theoretischen Ablaufplanung dar, welche es in Form von Reserven intern zu berücksichtigen gilt. Die Terminplanung hat in Anlehnung an die Produktionskapazität im eigenen Produktionswerk oder jenes des Lieferanten zu erfolgen. Der Detaillierungsgrad der Ablaufplanung ist abhängig von den zu liefernden Elementen mit optimierter Transportauslastung sowie von der Montagesituation und dem Baufortschritt vor Ort, wobei eine möglichst geringe Zwischenlagerung angestrebt wird.¹²³⁰

Die Baustelleneinrichtung als Teil der Arbeitsvorbereitung unterscheidet sich im Holzbau in vielen Fällen maßgeblich von Baustellen des mineralischen Massivbaus. Diese bezieht sich speziell auf die Hebe- und Transportgeräte vor Ort, sowie auf die aufgrund der Mannschaftsstärken geringe Anzahl an Containern für Personal und Maschinen. Durch den zumeist kurzen Einsatz auf der Baustelle werden die Montagewerkzeuge, Kleingeräte sowie auch das Montagehilfsmaterial und Verbindungsmittel eher in den firmeneigenen Fahrzeugen als in allgemein zugänglichen Magazincontainern gelagert. Dennoch sind zahlreiche Elemente der Baustelleneinrichtung jedoch gleich gestaltet wie bei anderen Baustoffen und Bausystemen, wie dies bspw. für sämtliche sicherheitstechnische Vorkehrungen sowie Versorgungsanlagen (Strom, Wasser udgl.) der Fall ist.¹²³¹ Ebenso kommt dem Thema einer adäquaten und befestigten Baustraße im Falle des Holzbaus eine wesentliche Bedeutung zu. Der Transport von zumeist großvolumigen Bauteilen so nah wie möglich zum Einbauort ohne ablaufbedingte Zwischenlagerung der Elemente in Lagerbereichen bedarf eines temporär befestigten Untergrundes, welcher sowohl die Befahrbarkeit für LKWs zulässt, als auch die Positionierung von schweren Mobilkränen erlaubt. Durch den oftmaligen Wechsel des Standortes mobiler Teleskopkräne sowie der intensiven Nutzung von großen Hubarbeitsbühnen und schweren Teleskopsteigern kommt dem Thema einer laufenden Aufrechterhaltung der Baustraßen und Zugangswege im Holzbau eine größere Bedeutung zu, als dies bei anderen Bauweisen der Fall ist. Die Infrastruktur für die Montage eines vorgefertigten Holzbaus besteht vor allem in der Zurverfügungstellung von Baustrom in sämtlichen Bereichen

¹²³⁰ Vgl. DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 55

¹²³¹ Vgl. BUNDESINNUNG HOLZBAU: Sicherheit im Holzbau. S. 1 ff

der Konstruktion, da die Verbindungstechnik zumeist elektrisch betriebene Bohrschrauber erfordert. Dies bedingt große Kabellängen, welche in vielen Fällen die Montagesituation behindern können und demnach eine vielfältige Weiterentwicklung der Akkutechnik in den vergangenen Jahren für sämtliche Klein- und Hilfsgeräte vorangetrieben hat.¹²³²

Die Ressourcenplanung im Holzbau steht im engen Zusammenhang mit dem gewählten Bausystem (Vgl. Kap. 4.1.3) sowie dem verwendeten Vorfertigungsrad. Die geeignete Anzahl an Arbeitskräften mit der erforderlichen Qualifikation (Vgl. Kap. 4.5.3) bedingt mit den notwendigen Geräten und Werkzeugen (Vgl. Kap. 4.5.2) und eingesetzten Hilfsmaterialien eine vorausschauende Abstimmung. Diese beschränkt sich nicht nur auf ein Bauvorhaben, sondern aufgrund der Kompetenz des Montagepersonals sowie der Kapazität in der Produktion auf die zeitgleich abzuwickelnden Projekte innerhalb des Unternehmens. Der Einsatz von Hilfsarbeitern ist im Holzbau weniger weit verbreitet als dies im mineralischen Massivbau der Fall ist. Auch ist ein Ausweichen in andere Produktionen bzw. der Zukauf von Halbfertigteilen von Lieferanten im Holzbau durch die Lieferkette und eigenen Produktionen geprägt, was sowohl die Auslastung der Produktion als auch die Montageleistung einer Baustelle rasch an Kapazitätsengpässe führen kann.¹²³³

Die Arbeitskalkulation, welche bereits im Rahmen der Arbeitsvorbereitung begonnen und während der Umsetzung fortgeführt wird, hat im Holzbau insofern eine teils andere Bedeutung, als dass vor allem die laufenden Produktionskosten einem internen Controlling unterzogen werden (Vgl. Kap. 2.3.3). Da in vielen Unternehmen die Produktion als Lieferant für die Baustelle eingestuft wird und auch die Verbuchung der Kosten für den internen Zukauf entsprechend verläuft, entstehen auf der Baustelle selbst lediglich Kosten für das Montagepersonal sowie die notwendigen Hebezeuge. Die geringe Beeinflussbarkeit der Materiallieferungen vor allem bei Eigenproduktionen stellt die Baustelle vor die Herausforderung, den zumeist geringen Anteil an Eigenleistung, welcher in Form von Löhnen auftritt, soweit zu optimieren, dass der große Anteil an zumeist schwer beeinflussbaren Fremdleistungen das Gesamtergebnis der Baustelle optimiert. Aufgrund der kurzen Bauzeit und geringen Montagemannschaftsstärken kennt der Holzbau eine wie im mineralischen Massivbau übliche Arbeitskalkulation, welche laufend in regelmäßigen zumeist kurzen Abschnitten fortgeschrieben wird, eher nicht. Dennoch ist es unbedingt notwendig, ein ständiges Baustellencontrolling in Form von Soll-Ist-Vergleichen für das Montagepersonal durchzuführen, um das Gesamtergebnis des Bauvorhabens zu steuern. Die kurzen Montagezeiten und Größen der

¹²³² Vgl. DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 56

¹²³³ Vgl. DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 56 ff

Bauvorhaben im Holzbau weisen jedoch in vielen Fällen einen sehr geringen Anteil an Baustellenführungskräften auf. Demgemäß scheint es schwierig, eine durchgängige und oftmals angepasste Arbeitskalkulation auch dem Leistungsfortschritt entsprechend durchzuführen und die Montage rasch an die geänderte Situation anzupassen.¹²³⁴

Die Arbeitsvorbereitung bzw. Fertigungsplanung hat vor allem im Holzbau aufgrund der geringen Beeinflussbarkeit während der Ausführungsphase auf der Baustelle eine größere Bedeutung als im mineralischen Massivbau. Allerdings ist das Bewusstsein in den Holzbauunternehmen dafür nicht in demselben Ausmaß geschärft. Es besteht zwar die Ansicht, dass vor allem dem Thema Produktion eine umfassende Fertigungsplanung zugrunde zu legen ist, die Prozesse auf der Baustelle jedoch eher zufällig und intuitiv gestaltet erscheinen.¹²³⁵

Durch die Einführung von komplexen EDV-Lösungen, Maschinensteuerungen und computergestützter Automatisierung in den produzierenden Unternehmen bekommt die Arbeitsvorbereitung vor allem in diesem Bereich Werkzeuge und Möglichkeiten, welche eine umfangreiche, detaillierte und exakte Vorplanung der Prozesse zulassen. Die digitale und vernetzte Arbeitsvorbereitung sowie die darauf aufbauende digitalisierte Produktion (Vgl. Kap. 4.1.5) ermöglicht einen optimierten Wertschöpfungsprozess innerhalb der Produktion, wobei vor allem das Thema der durchgängigen Datenstruktur und Schnittstellenübergänge eine digitale Nachbildung der Produktionsflüssen zulassen müssen.

Das nachfolgende Bild 4.54 zeigt die Zusammenhänge der Arbeitsvorbereitung bezogen auf die Produktion vorgefertigter Fassadenelemente aus Holz.

¹²³⁴ Vgl. DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 57

¹²³⁵ Vgl. POPOVIC, D.; SCHAUERTE, T.; JOHANSSON, J.: Prefabrication of single-family timber houses – problem areas and wastes. In: 2017 – Lean and Computing in Construction Congress (LC³). S. 5

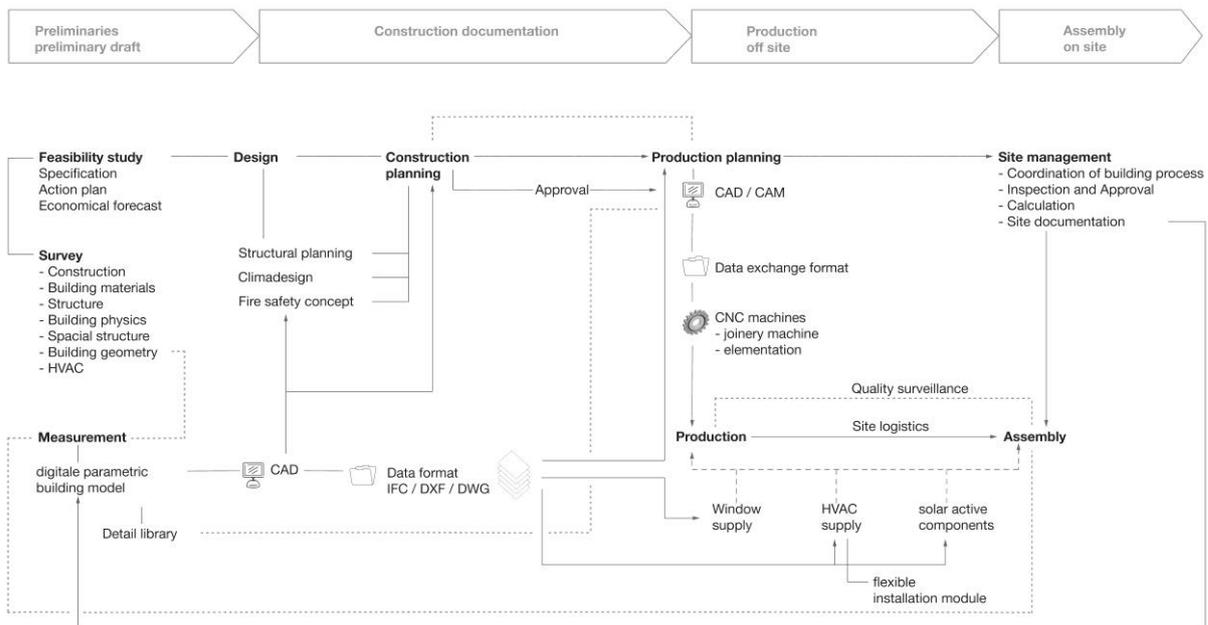


Bild 4.54 Prozessdiagramm für vorgefertigte Fassadenelemente gemäß TES EnergyFacade ¹²³⁶

Dabei kommt dem digitalen Modell eine Kernaufgabe zu. Dieser künftig vor allem auf das Thema BIM fokussierende Grundgedanke einer durchgängigen digitalen Kette beinhaltet demnach auch das Thema der Arbeitsvorbereitung, ergänzt jedoch die Produktionsseite mit jener der Ausführung auf der Baustelle und optimiert die virtuell abgebildeten Prozesse (Vgl. Kap. 2.2.5 und 4.3.4).

4.5.2 Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau

Der Begriff Bauverfahren bezieht sich im Holzbau einerseits auf das zugrunde liegende Bausystem mit den zugehörigen Materialien und andererseits auf den dabei angewendeten Grad der Vorfertigung. Dabei ist es wesentlich, dass die Art der Konstruktion bzw. das Bausystem auf die zu bewältigende Bauaufgabe nicht nur in der Planung, sondern vor allem in Bezug auf die Baustellenbedingungen, Umwelteinflüsse und individuellen Rahmenbedingungen abgestimmt ist (Vgl. Kap. 2.4.4). Dies scheint die logische Konsequenz einer Planung zu sein, entspricht jedoch nicht immer der Realität. Vor allem der Bereich der Sanierung bzw. des Umbaus im Bestand weist an dieser Stelle einige Zielkonflikte auf, wenn bspw. zwar vorgefertigte Bauteile eingesetzt werden sollen, um eine möglichst kurze

¹²³⁶ HEIKKINEN, P. et al.: TES EnergyFacade – prefabricated timber based building system for improving the energy efficiency of the building envelope. Forschungsbericht. S. 57

Beeinflussung in der baulichen Substanz zu gewährleisten, allerdings aufgrund geometrischer, statischer oder bauphysikalischer Randbedingungen der Einsatz von Halbfertigteilen oder gänzlich vorgefertigter Bauteile inkl. Fassadenkonstruktionen nicht möglich ist.¹²³⁷ Die angewendete Technologie zur Umsetzung der geplanten Bauaufgabe ist somit wesentlich davon abhängig, ob das zugrunde liegende System dafür geeignet ist, oder für spezielle Anwendungen Adaptierungen vorgenommen werden müssen. Dies stellt die Beteiligten vor allem im Zuge der Verwendung von Systemkomponenten und standardisierten Details vor große produktions-technische und logistische Herausforderungen (Vgl. Kap. 4.1.1.4).¹²³⁸

Die damit zusammenhängende Logistik zur Baustelle sowie auf der Baustelle mit jeweils unterschiedlichem Gerät auf verschiedenen Transportwegen ist dabei entscheidend in der Wahl des Bausystem bzw. der Bauverfahrenstechnik. Eine enge Abstimmung der Möglichkeiten erfordert neben der aufgrund der Transportgröße und des -gewichts maßgeblichen Sicherheitstechnik sowie Ladegutsicherung während des Transportes effiziente Lösungen, welche dennoch rasch und sicher umgesetzt werden können. Dies gilt nicht nur für den Transport von der ursächlichen Produktionsstätte zur Baustelle, sondern auch auf der Baustelle vom Transportgerät zum Lagerplatz im Falle von Zwischenlagerung bzw. direkt zur Einbaustelle. Gleichzeitig ist neben den einzuhaltenden Sicherheitsbestimmungen auf eine durchgängige Qualitätssicherung der vorgefertigten Bauteile und den Einbausituationen zu achten, da diese maßgeblich durch die Zuhilfenahme von Hebemitteln und Schutzeinrichtungen im Rahmen der Ladegutsicherung beeinträchtigt werden können. Ebenso Teil der Qualitätssicherung ist der Schutz der (vorgefertigten) Bauteile bei Zwischenlagerung sowie nach dem Einbau.¹²³⁹

Gemäß einer im Jahr 2016 durchgeführten Expertenbefragung an der TU Graz zum Thema Bauverfahrens- und Gerätetechnik im Holzbau¹²⁴⁰ zeigt sich, dass sich das Thema Logistik zur und auf der Baustelle im Holzbau im Vergleich zu vor 10 Jahren deutlich verbessert hat und auch in den kommenden Jahren von einer ähnlichen Tendenz auszugehen ist. Es werden jedoch in diesem Zusammenhang sowohl die gesetzlichen Bestimmungen (24 %) und genauen Kontrollen (19 %) mit hohen Strafen (33 %) als große Schwierigkeiten in der täglichen Praxis verstanden, als auch die zeitaufwendigen und damit kostenintensiven Sicherungsmaßnahmen

¹²³⁷ Vgl. GASPARRI, E. et al.: Construction management for tall CLT buildings: From partial to total prefabrication of facade elements. In: Wood Material Science and Engineering, Volume 10, 2015 – Issue 3: special issue Forum Wood Building Nordic 2015/September 2015. S. 10 ff

¹²³⁸ Vgl. MANTEGAZZA, G.: Design and construction of tall buildings made of CLT prefabricated components – strategies and solutions for the building process optimization. S. 206 ff

¹²³⁹ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. S. 14 ff

¹²⁴⁰ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. S. 1 ff

(33 %) als hoher teilweise nicht in Relation zur Leistung stehender Aufwand interpretiert. Lediglich die Bauteile selbst schützende Maßnahmen wie Antirutschmatten, Kantenschutz sowie Kippsicherungen sehen die Befragten mit wenig Schwierigkeit verbunden.¹²⁴¹

Im Rahmen der Bauverfahrenstechnik kommt dem Thema Montagetechnik eine wesentliche Bedeutung zu, wobei darunter neben der eigentlichen Montagetechnik ebenso die Bereiche Sicherheitstechnik, Materialtechnik sowie Verbindungstechnik fallen. Gemäß der Expertenbefragung zeigt sich, dass das Thema Montage vor 10 Jahren von 81 % der Befragten als nicht zufriedenstellend eingestuft wurde und heute bereits von 48 % sowie in 10 Jahren zu 67 % als sehr zufriedenstellend angesehen wird. Bei detaillierter Betrachtung der Chancen und Risiken des Themas Montagetechnik wird jedoch deutlich, dass sämtliche den Bereich der Vorfertigung umfassende Umstände grundsätzlich als große Chance für den Holzbau verstanden werden. Es werden jedoch bspw. die Zwischenlagerung von (vorgefertigten) Bauteilen auf der Baustelle (71 %) neben der zu großen Anzahl an Ausführungsplänen (29 %), dem Zeitdruck während der Montage (43 %), der Witterung bzw. den Lichteinflüssen (52 %) sowie die Gewährleistung der Luftdichtheit (33 %) als Risiko im Zuge der Montage eingestuft.

¹²⁴¹ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. S. 64

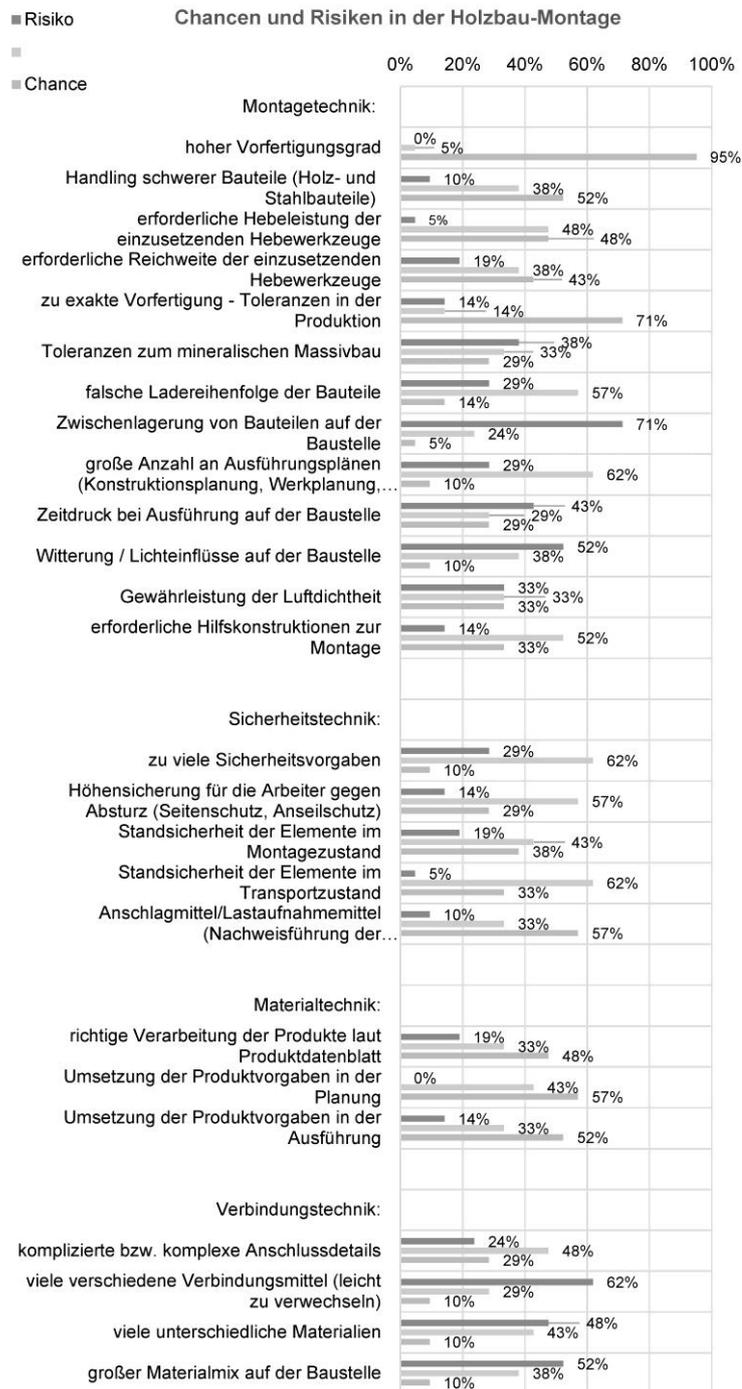


Bild 4.55 Chancen und Risiken in der Montagetechnik im Holzbau – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹²⁴²

¹²⁴² PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. S. 65

Im Thema Sicherheitstechnik wird vor allem die große Anzahl an Sicherheitsvorgaben (29 %) sowie die Standsicherheit der Elemente im Montagezustand (19 %) von den Befragten als Risiko eingestuft. Die Materialtechnik wird hingegen durchwegs als Chance verstanden, wobei besonders die Umsetzung der Produktvorgaben in der Planung (57 %) und Ausführung (52 %) als Chance hervorgehoben werden. Der Bereich Verbindungstechnik als Teil der Montagetechnik und damit wesentlicher Grundstein der Bauverfahrenstechnik wird seitens der Experten zu 62 % aufgrund der vielen verschiedenen und damit leicht zu verwechselnden Verbindungsmittel als Risiko eingeordnet. Des Weiteren werden die zahlreichen und unterschiedlichen Materialien (48 %) sowie der große Materialmix auf der Baustelle (52 %) als risikobehaftet eingestuft.¹²⁴³

Im Bereich der Gerätetechnik, also all jenen Betriebsmitteln, welche zur Realisierung erforderlich sind und sich aus Transport-, Hebe- und Kleingeräten, Montagewerkzeugen, Steighilfen und Gerüsten zusammensetzen, zeigt sich gemäß der Expertenbefragung ebenso wie in der Montagetechnik eine deutliche Verbesserung von im Vergleich vor 10 Jahren (65 %) nicht zufriedenstellend bis heute (35 %) und in 10 Jahren (70 %) als sehr zufriedenstellend. Dabei wird unter Transportgeräten der Kleintransporter, der Klein-LKW mit Hydraulikkran, der Standard-LKW bzw. Sattelzug mit 13,6 m Länge, der Tiefbettlader sowie der Nachläufer verstanden. Im Falle der Hebegeräte sind dies Winden und Seilzüge, der Bauaufzug, der Ladekran < 10 to, der LKW mit Hydraulikkran, der Teleskop Mobilkran, der Teleskop Raupenkran, der Turmdrehkran sowie der Schnellbaukran. Die Gruppe der Kleingeräte wird durch die Ketten-, Kreis- und Stichsäge, die Bohrmaschine, den Spezialschrauber sowie die Druckluftnagelmaschine gebildet. Das Montagewerkzeug setzt sich aus Ketten- und Greifzügen, dem (Vorschlag-)Hammer und Schlüsselsätzen zusammen. Ergänzend zu den Werkzeugen und Geräten sind die im Holzbau wesentlichen Steighilfen durch Leitern, Treppentürme, Mastkletterbühnen, Teleskophubsteigern und Scherenbühnen sowie die Gruppe der Gerüste zusammengefasst, welche in Form von Behelfs- und Bockgerüsten, Gerüsttürmen, Konsolen- und Ausschalgerüsten sowie Fassadengerüsten gebildet werden.¹²⁴⁴

Der Einsatz der gesamten Gerätetechnik hängt jedoch stark vom jeweils umzusetzenden Bauvorhaben bzw. der Bauweise ab, welche von der zimmermannsmäßigen Konstruktion, über die 2D-Elementbauweise, die 3D-Modulbauweise bis hin zum Ingenieurholzbau reicht und unterschiedliche Einsatzgebiete vorweist. Die Auswahl der Geräte bestimmt dabei maßgeblich die Wirtschaftlichkeit eines Bausystems. Entsprechend der Kategorie Transportgeräte wird im Holzbau wie auch bereits im traditionellen

¹²⁴³ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. S. 66

¹²⁴⁴ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – eine Darstellung des Status-quo. S. 20 ff

Zimmerergewerk auf eher kleinere Transport- und Hebegeräte zurückgegriffen, sofern die zu montierenden Bauteile dies zulassen. Aufgrund der Flexibilität mobiler Kräne sowie LKW-montierter hydraulischer Ladekräne nutzt ein Großteil der befragten Experten diese Systeme anstelle stationär errichteter Turmdrehkräne. Im Falle großvolumiger schwerer Bauteile werden vor allem Teleskopmobilkräne aufgrund ihrer Flexibilität eingesetzt. Die sich rasch weiter entwickelnde Verbindungstechnik ändert auch das Bild der Kleingeräte und Werkzeuge im Holzbau, welche hauptsächlich elektrisch und/oder pneumatisch neben vorwiegend manuell steuerbaren Justierwerkzeugen eingesetzt werden. Das Thema Gerüstung bzw. Absturzsicherung wird vor allem bei großflächigen Wand- und Deckenelementen sowie in der 3D-Modulbauweise durch die Bauteile selbst bzw. mittels Fassadengerüst gelöst, da sich temporäre laufend an die Montagesituation anzupassende Absturzsicherungen bis dato im Holzbau wenig bis kaum aufgrund ihrer geringen Flexibilität durchsetzen konnten.¹²⁴⁵

Die Bauverfahrenstechnik und ergänzend die Gerätetechnik als wesentliche Bestandteile des Baubetriebs tragen in Ergänzung zum eingesetzten Personal wesentlich zur Produktivität im Rahmen eines Bauvorhabens bei. Bei falscher bzw. nicht holzbau-adäquater Auswahl von Geräten bzw. Bausystemen kann trotz sorgfältiger Planung, ordnungsgemäßer Überwachung und Kontrolle und qualifizierten Mitarbeitern das Baustellenergebnis negativ ausfallen. Dies trifft sowohl für die Errichtung als auch die Demontage bzw. den Rückbau zu.¹²⁴⁶ Daher ist auch im Holzbau die Aufmerksamkeit auf diese oftmals eher als Mittel zum Zweck erscheinende baubetriebliche Komponente zu legen.

4.5.3 Personaleinsatz im Holzbau

Die Entwicklung im Holzbau in der Material-, Verbindungs- sowie Montagetechnik fördert einerseits die Verbreitung desselben, fordert jedoch andererseits fachliche Kompetenz sowie stetige Aus- und Weiterbildung der Beteiligten. Dies gilt nicht nur für jene Personenkreise, welche mit der Planung und Ausschreibung befasst sind, sondern auch für jene, die auf der Seite der ausführenden bzw. zuliefernden Unternehmen mit der Produktion und Umsetzung vor Ort beauftragt werden. Daher erscheint es unumgänglich, neben der Qualifikation auf Seiten der Planer, Behörden, Ausschreibenden und Bauherren auch eine holzbauspezifische Weiterbildung vor allem das Führungs- und Baustellenpersonal betreffend, zu fördern, um die künftigen Herausforderungen im Holzbau annehmen zu können.

Durch die zahlreichen in einem Bauwerk involvierten Gewerke, der stetigen technischen Entwicklungen innerhalb dieser sowie der erforderlichen

¹²⁴⁵ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. S. 76

¹²⁴⁶ Vgl. WUTSCHER, E.: Demontage und Recycling im Gebäudesektor – eine Bewertung am Beispiel des Brettsperrholz-Bausystems. S. 89 ff

übergreifenden Kenntnisse und Gesamtkompetenz ist es notwendig, dass sich die am Holzbau beteiligten Personen neben den Grundkenntnissen ihrer Funktion und Position entsprechend, darüber hinaus Wissen aneignen und aus der Erfahrung anderer lernen. Dieses Wissensmanagement über alle Ebenen des Büro- und Baustellenpersonals hinweg stellt das Kapital eines Unternehmens sowie auch die Kernkompetenz jedes Einzelnen dar. Beginnend bei der Bauleitung des Generalunternehmers sowie des Holzbaus, der Montageleitung, dem Polier, Vorarbeiter, Facharbeiter, Hilfsarbeiter und dem Lehrling ist es erforderlich, den Kenntnisstand zu ergänzen und auszubauen, um den Anforderungen zu entsprechen.

Gemäß der durchgeführten Expertenbefragung ¹²⁴⁷ zeigt sich, dass sich die fachliche Kompetenz den Holzbau betreffend im Falle der Bauleitung bei Generalunternehmern in den vergangenen 10 Jahren wenig bis kaum verändert hat und von den Befragten als nicht zufriedenstellend eingestuft wird. Im Vergleich dazu konnten die Bauleiter des Holzbaus ihre Kompetenz wesentlich steigern.

Dennoch zeigt sich in nachfolgendem Bild 4.56, dass in allen Wissensbereichen großer Bedarf an Weiterbildungsmaßnahmen der Bauleiter im Holzbau besteht. ¹²⁴⁸

¹²⁴⁷ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. S. 1 ff

¹²⁴⁸ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – eine Darstellung des Status-quo. S. 32 ff

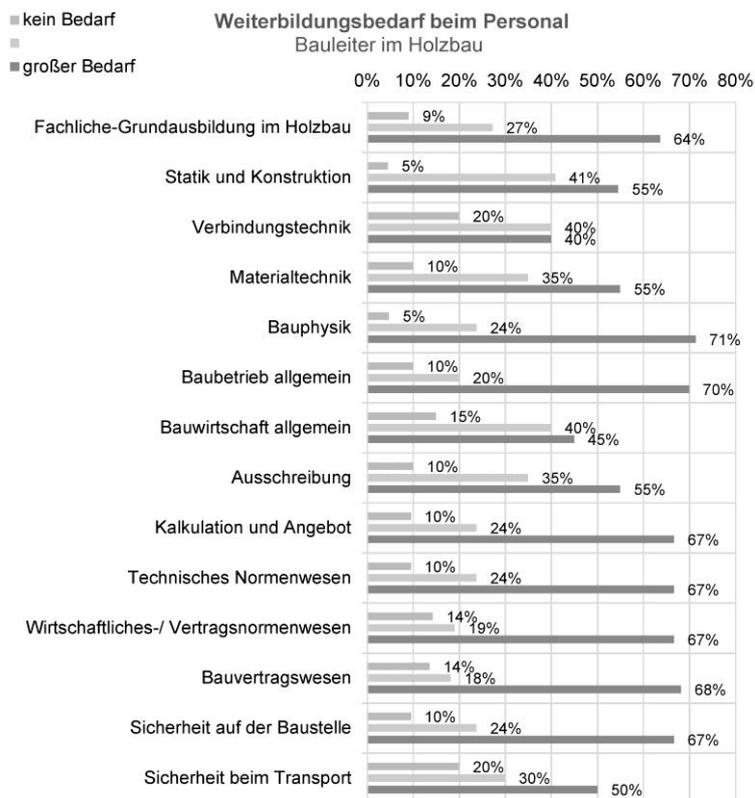


Bild 4.56 Weiterbildungsbedarf Bauleiter – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹²⁴⁹

Dies trifft sowohl auf die Bereiche der Statik und Konstruktion sowie Bauphysik zu als auch auf bauwirtschaftliche Themen wie Ausschreibung, Kalkulation, Bauvertragswesen und Sicherheitstechnik.

Bei Betrachtung der Kompetenzfelder in der Montageleitung zeigt sich ein ähnliches Bild, welches eine wesentliche Verbesserung von im Vergleich zu vor 10 Jahren ergibt, jedoch analog der Bauleitung im Holzbau erheblichen Weiterbildungsbedarf sowohl in technischen, baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themenfeldern und vor allem in sicherheitstechnischen Bereichen ausmacht. Ein sehr ähnliches Bild, wenn auch mit etwas geringerer bauwirtschaftlicher Ausprägung, zeigt die Expertenbefragung zum Thema Kompetenz und Weiterbildung der Poliere und Vorarbeiter, welche eine sehr zufriedenstellende Entwicklung ihrer Kompetenz über die vergangenen Jahre vorweisen, jedoch in zahlreichen fachlichen Themenfeldern, wie auch in der Bauleitung, erhebliche Lücken bestehen. ¹²⁵⁰

Die Befragung zur Qualifikation der Facharbeiter gemäß Bild 4.57 zeigt eine Entwicklung, welche zwischen sehr bzw. nicht zufriedenstellend von vor 10 Jahren über heute bis in 10 Jahren ausgewogen scheint. Der Wei-

¹²⁴⁹ PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – eine Darstellung des Status-quo. S. 34

¹²⁵⁰ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – eine Darstellung des Status-quo. S. 36 ff

terbildungsbedarf in dieser Gruppe liegt vor allem in den technischen Feldern der Verbindungstechnik und Bauphysik, da hierbei leicht Schäden mit substantziellen Auswirkungen entstehen können. Zugleich wird das Thema Sicherheit als vorrangig in der Weiterbildung der Facharbeiter angesehen.

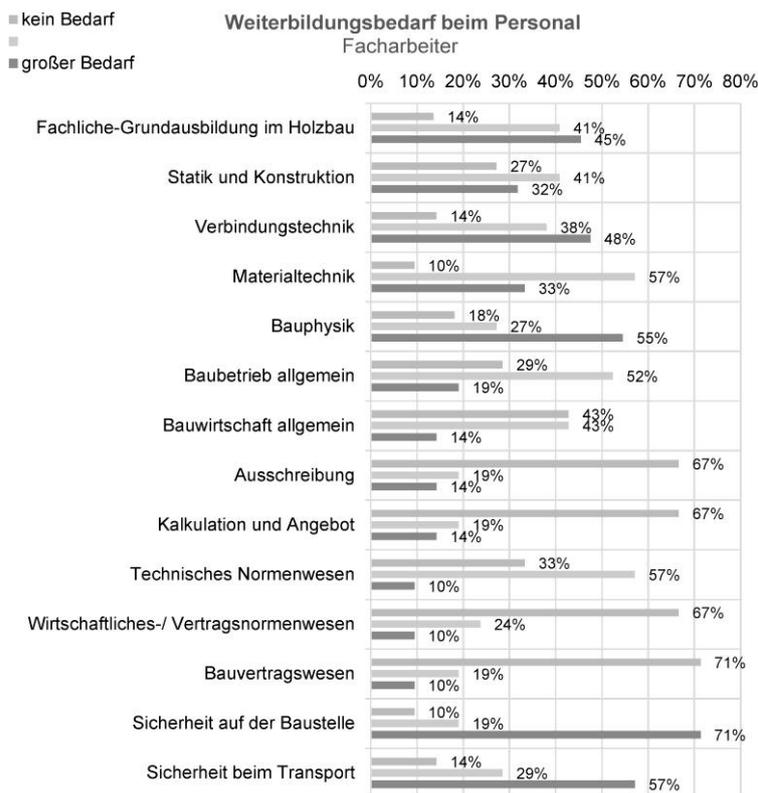


Bild 4.57 Weiterbildungsbedarf Facharbeiter – Expertenbefragung TU Graz 2017 ¹²⁵¹

Die Expertenbefragung zeigt, dass die fachliche Kompetenz im Holzbau bei den Hilfsarbeitern und den Lehrlingen als nicht zufriedenstellend einzustufen ist. Der Weiterbildungsbedarf trifft, wie bei den Facharbeitern, wenn auch nicht derart ausgeprägt, vor allem die technischen Bereiche wie die Verbindungstechnik und Bauphysik, aber vor allem sicherheitstechnische Themen auf der Baustelle und beim Transport. Generell wird die fachliche Grundausbildung im Holzbau vor allem bei den Lehrlingen stark bemängelt und mit 67 % ein großer Bedarf an Weiterbildungsmaßnahmen ausgemacht. ¹²⁵²

Die Qualifikation der in der Ausführung beteiligten Personen zeigt ein stark variierendes Bild: einerseits konnten die Personen der Führungsebene im Holzbau im Vergleich von vor 10 Jahren eine stetig steigende Kompetenz-

¹²⁵¹ PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – eine Darstellung des Status-quo. S. 42

¹²⁵² Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – eine Darstellung des Status-quo. S. 44 ff

entwicklung mitmachen, andererseits besteht ab der Ebene des Facharbeiters und darunter erheblicher Bedarf, sowohl in der Grundqualifikation, als auch in der darauf aufbauenden Weiterbildung. Dieser erhebliche Bedarf kombiniert mit den erforderlichen Grundkenntnissen und Ansprüchen im sich stetig entwickelnden und komplexer werdenden Holzbau birgt die Gefahr, dass aufgrund eines zu geringen Ausbildungsniveaus Fehler und damit Mängel entstehen, welche auf den Holzbau langfristig negative Auswirkungen haben können. Des Weiteren besteht damit auch die Möglichkeit, für die Umsetzung von Holzbauten im Allgemeinen höher qualifiziertes Personal einzusetzen. Die vorhandene und immer größer werdende Lücke an Facharbeitern am allgemeinen Arbeitsmarkt (Fachkräftemangel) kann jedoch nicht darüber hinweg täuschen, dass es für komplizierte Bausysteme, und für nicht oder zu wenig standardisierte Bauweisen künftig schwierig sein wird, fachlich qualifiziertes Personal zu finden und adäquat einzusetzen.¹²⁵³

Es bleibt Sache der Unternehmen, ihr Personal spezifisch aus- und kontinuierlich weiterzubilden, sowie durch den Einsatz moderner Fertigungstechnologien, standardisierter Systeme sowie einem lückenlosen Qualitätsmanagement die Fehlerquote durch das Ausschlussprinzip zu verringern. Standardisierte Systeme, effiziente Produktionsanlagen und größtenteils vereinheitlichte Planungs- und Ausschreibungswerkzeuge werden dem Holzbau künftig die Möglichkeit bieten, diese Herausforderungen zu bestehen und die Systeme an sich weiter zu entwickeln. Eine Systemisierung sowohl in bautechnischen Details, sowie produktionstechnischen und automatisierten Anlagen wird dem Holzbau unter Zuhilfenahme von Vorfertigung und Modularisierung langfristig eine bedeutsamere Rolle am Bauparkt erlauben und mittels Effizienzsteigerung auch das Thema des Industriellen Bauens mit Holz weiter vorantreiben.¹²⁵⁴

¹²⁵³ Vgl. PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. S. 78 ff

¹²⁵⁴ Vgl. KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. S. 16 ff

5 Empirische Untersuchung der Prozessfaktoren im Industriellen Holzbau

In diesem Abschnitt wird aufbauend auf den in Kap. 2 und 3 erläuterten Grundlagen zum Bauprozessmanagement sowie den Grundsätzen des Industriellen Bauens unter Berücksichtigung der baubetrieblichen Bestandsaufnahme in Kap. 4 die empirische Untersuchung zur Ableitung der Einfluss- und Prozessfaktoren dieses Forschungsvorhabens vorgenommen. Diese Analyse hat zum Ziel, die maßgeblichen Parameter für des Industriellen Holzbaus zu erfassen, zu strukturieren und zu kategorisieren, um im anschließenden Abschnitt 6 darauf aufbauend die Modellbildung für den Holzsystembau vornehmen zu können.

Die Kern- und Supportprozesse in einem Unternehmen hängen von zahlreichen Einflussgrößen und Schlüsselfaktoren ab, welche für die langfristige Unternehmensausrichtung, aber auch für die tägliche Umsetzung sowie für die Weiterentwicklung der Unternehmensstrategie und -vision einen wesentlichen Einfluss haben. Damit diese Parameter im positiven Sinn für das Unternehmen einsetzbar sind, ist die Führungsebene von Unternehmen auf valide Daten und Informationen angewiesen, um in den Unternehmensprozessen Entscheidungen treffen zu können, welche langfristig Erfolg garantieren. Diese Einflussparameter stellen einschränkende Randbedingungen einerseits, sowie auch Leitlinien für die Weiterentwicklung andererseits dar, da es unter Zuhilfenahme dieser dem Management möglich ist, ihre Vision in das Korsett der Realität einzupassen und Steuerungsmechanismen zur Erreichung selbiger zu entwickeln. Ein auf der Unternehmensebene ausgerichtete System der Geschäftsmodellentwicklung soll jedoch lediglich jene Parameter beinhalten, welche im spezifischen Fall auf das Unternehmen zutreffen bzw. bei diesem eintreten.

Im Zuge der Entwicklung eines Geschäftsmodells innerhalb einer Branche auf unternehmensunabhängiger Ebene sind die Schlüsselfaktoren umfassender zu gestalten, da sämtliche brancheninterne und darüber hinaus möglicherweise eintretende Prozessfaktoren berücksichtigt werden müssen. Die Erfassung signifikanter Randbedingungen ist ein ausgedehnter und langfristiger Prozess, wobei die Einflussgrößen entsprechend ihrer Bedeutung zu gliedern und gemäß ihrer Auswirkung zu filtern sind, um daraus positive Effekte für die Unternehmenssteuerung ableiten zu können.

Demnach ist das Thema der Prozessfaktoren sowie deren Identifikation und Bewertung für die Entwicklung eines Bauprozessmodells auf unternehmensneutraler Basis wesentlich. Unter Zuhilfenahme von Schlüsselfaktoren mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden soll es – aufbauend auf dieses Forschungsvorhaben – für die Holzbau-Branche gelingen, ein Geschäftsmodell mittels des entwickelten Bauprozessmodells zu erstellen und anhand von für den Holzbau relevanten Einflussparametern sämtliche Unternehmensebenen in die Entscheidungsprozesse miteinzubeziehen.

Die dazu notwendigen Daten und Informationen stellen die entscheidenden Eingangsparameter dar, um daraus Werkzeuge und Mechanismen abzuleiten, welche diese Entscheidungsprozesse unterstützen, vereinfachen und auf eine begründete nachvollziehbare Basis stellen.

Nachfolgend werden neben dem Ziel dieser empirischen Untersuchung die Ergebnisse der Umfrage dieses Forschungsvorhaben betreffend umfangreich erörtert und gemeinsam mit den Expertenbefragungen, den Arbeitsstudien sowie auch zahlreichen Forschungsprojekten ausführlich erläutert sowie für die weitere Ableitung des Bauprozessmodells eingehend diskutiert. Die Umfrage bildet dabei den Kern dieser Untersuchung, welche mit den Erkenntnissen der am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft zwischen dem Jahr 2012 und 2017 vom Verfasser initiierten, hauptverantwortlich gesteuerten und gemeinsam mit Projektmitarbeitern umgesetzten Forschungsprojekten, Arbeitsstudien auf Baustellen sowie separat durchgeführten Expertenbefragungen. Durch die Zusammenführung und Korrelation dieser wird in Abschnitt 6 die Gewichtung und Bewertung der in diesem Kapitel 5 erfassten Einflussparameter möglich und lässt darauf aufbauend die Bauprozessmodellbildung zu.

5.1 Ziel und Gliederung der empirischen Untersuchung

Zur Erfassung sämtlicher Einflussgrößen und deren Einteilung nach Relevanz und Auswirkungen ist es notwendig, eine umfassende empirische Untersuchung vorzunehmen, um einerseits den vollen Umfang aller Parameter darzustellen und andererseits die Bedeutung und Effekte einzelner Schlüsselfaktoren zu filtern und zu kategorisieren. Der Holzbau weist zahlreiche maßgebende Einflussgrößen auf, welche jedoch größtenteils aufgrund der historischen Entwicklung bzw. Marktpositionierung bisher wenig bis kaum Gegenstand umfangreicher Untersuchungen waren. Demnach ergibt sich die Notwendigkeit, die Prozessfaktoren speziell für den (Industriellen) Holzbau zu identifizieren, zu kategorisieren und mittels empirischer Daten zu untermauern.

Daher ist es das Ziel dieser empirischen Untersuchung, sämtliche Einflussgrößen, welche im Rahmen des Bauprozessmanagements neben weiteren Einflussgrößen der Produktionsprozesse auftreten, zu konstatieren, zu erfassen und unter dem Fokus baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Gesichtspunkte in ein Strukturmodell zu verorten sind.

Das nachstehende Bild 5.1 gibt einen Überblick über die beiden Stufen sowie die individuellen Fragestellungen der ganzheitlichen empirischen Untersuchung. Dabei bildet diese Darstellung den Rahmen der übergeordneten Betrachtung und wird in der weiteren Untersuchung detailliert.

- Auf Stufe 1 wurde der Identifikationsprozess unterschiedlicher Einflussgrößen in der Literatur, durch Baustellenbeobachtungen (Arbeitsstudien), vergleichende und theoretische Betrachtungen sowie Befragungen von Experten vorgenommen. Zusätzlich gelangten über die Ergebnisse aus thematisch relevanten Forschungsvorhaben weitere Kenngrößen in dieses Auswahlverfahren. Der Pool an Experten sowie die Identifikation der Zielgruppe konnte durch die Etablierung einer einschlägigen Veranstaltungsreihe (Vgl. *Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft* an der TU Graz im Jahr 2014, 2015 und 2017) erreicht werden (Vgl. Kap. 5.3 und 5.4).
- Die Ergebnisse und Aussagen aus den verschiedenen Bereichen der Stufe 1 bildeten die Basis für die in Stufe 2 durchgeführte Umfrage unter ausgewählten Experten. Die dabei inkludierten Themengebiete wurden einerseits durch die in Stufe 1 durchgeführten Untersuchungen bereits validiert und andererseits im erweiterten Kontext des Bauprozessmanagements sowie den darin kategorisierten Themenfeldern verortet. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse lassen Rückschlüsse zu, welche in einem Bauprozessmodell Eingang finden.

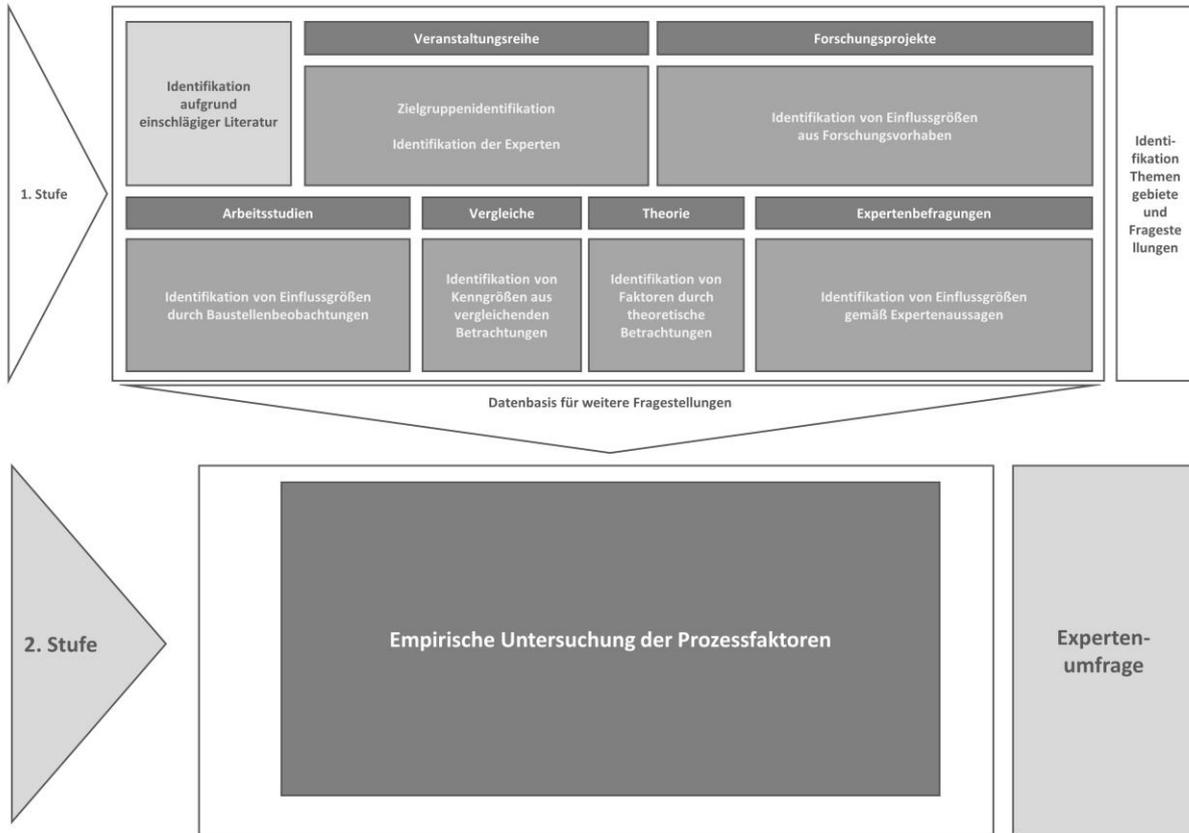


Bild 5.1 Gliederung empirische Untersuchung

Die Validität der bestehenden bzw. gewonnenen Daten hängt einerseits vom jeweiligen Untersuchungsdesign, andererseits vom Umfang des erfassten Datenmaterials sowie vom Kontext, den Wechselbeziehungen untereinander und den erwartbaren Ergebnissen ab. Eine umfangreiche Analyse in mehreren Stufen auf unterschiedlichen Ebenen und differenzierten Richtungsausprägungen ist demnach eine gut geeignete Methode für eine derartige Datenerfassung und Identifikation. Lediglich durch die Betrachtung des großen Ganzen ist es möglich, einzelne Details zu identifizieren, zu klassifizieren und auszulegen, um anhand dessen Schlüsse auf andere relevante Bereiche zu ermöglichen und Ableitungen vorzunehmen. In diesem Kontext ist auch die gegenständliche empirische Untersuchung zu verstehen, welche zuerst in divergenten Voruntersuchungen das große Ganze betrachtet, um anhand der Aussagen selbiger in unterschiedlichen Themenfeldern die Detailpunkte zu erkennen und die Einzelheiten zu betrachten.

5.2 Prozessfaktoren, Einflussgrößen und Kennzahlen im Industriellen Holzbau

Die Prozess- und Schlüsselfaktoren, welche Gegenstand dieser empirischen Untersuchung sind, lassen sich gemäß den Geschäftsprozessen des Bauprozessmanagements in Kern- und Support- sowie Managementprozesse (Vgl. Kap. 2.1.3) einteilen. Zusätzlich sind diese Prozessfaktoren jedoch in die vier unterschiedlichen Ebenen des Bauprozessmanagements – strategische, organisatorische, operative und technologische Ebene (Vgl. Kap. 2.1.2.5) – zu gliedern, um auch sämtliche Einflüsse unterschiedlicher Gruppen bzw. Verantwortlichkeitsniveaus zu berücksichtigen. In der Entwicklung bzw. Ableitung eines Bauprozessmodells sind einerseits Einflussfaktoren und andererseits Prozessfaktoren maßgeblich für die Modellierung und Ausrichtung eines ganzheitlichen Prozessmodells verantwortlich. Durch die gegenseitige Beeinflussung sowie durch den unterschiedlichen Grad an Interoperabilität geben die Einflussgrößen die Dimension(en) des Modells vor.

Im Zuge der Erhebung von Prozesskenngrößen bzw. der Erfassung dieser in unterschiedlichen Konstellationen ergibt sich die Notwendigkeit, dies in differenzierter Form vorzunehmen. Dabei zeigt sich, dass es quantitativer Daten sowie auch qualitativer Einstufungen bedarf. Diese empirische Untersuchung bedient sich verschiedener Instrumente der Datengenerierung.

Aufbauend auf die in Bild 5.1 dargestellten Phasen wurde auf Stufe 1 die Vorerhebung vorgenommen, wobei diese sowohl durch mehrere Arbeitsstudien (Vgl. Kap. 5.3), als auch durch eine Anzahl an Expertenbefragungen (Vgl. Kap. 5.4) erfolgte. Ergänzend hierzu wurden auf Stufe 1 theoretische Betrachtungen sowie Verfahrensvergleiche ebenso durchgeführt, wie Erkenntnisse aus zugehörigen Forschungsprojekten im Kontext betrachtet, um daraus eine Datenbasis für die weitere Untersuchung in Stufe 2 zu generieren. Die Identifikation sämtlicher Einflussparameter bildete die Basis für die Stufe 2 durchgeführte breit angelegte Umfrage. Der Identifikationsprozess der Schlüsselfaktoren, welche in der Prozessmodellentwicklung die Erfolgsfaktoren darstellen, bedarf einer umfassenden Grundlage, welche aus einer Mischung von Erkenntnissen aus der einschlägigen Literatur sowie branchenspezifischen Forschungsprojekten und der Erfassung prinzipieller Grunddaten in Form eigener empirischer Untersuchungen besteht (Vgl. Kap. 5.2).

Das nachfolgende Bild 5.2 gibt einen Überblick über die Einflussfaktoren sowie über die Prozessfaktoren, welche als Einflussgrößen die Systemarchitektur des entwickelten Bauprozessmodells untermauern. Dabei wird ersichtlich, dass die unterschiedlichen Einflussgrößen verschiedenen Datenbasen entstammen. Sämtliche genannten Einflussgrößen wurden im Rahmen der Vorerhebung auf Stufe 1 mittels Expertenbefragungen und Arbeitsstudien identifiziert, klassifiziert und quantitativ oder qualitativ bewertet. Ergänzend wurden sie durch vergleichende Betrachtungen mit der

einschlägigen Literatur plausibilisiert und aufgrund der fehlenden Spezifika des Holzbaus durch Erkenntnisse und Ergebnisse aus parallel durchgeführten Forschungsprojekten zu baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themenbereichen des Holzbaus ergänzt. Diese Ebene bildet im Zuge der Umfrage die Ausgangsbasis für die Angabe der Experten in den einzelnen Themengebieten und zugehörigen Einflussgrößen.

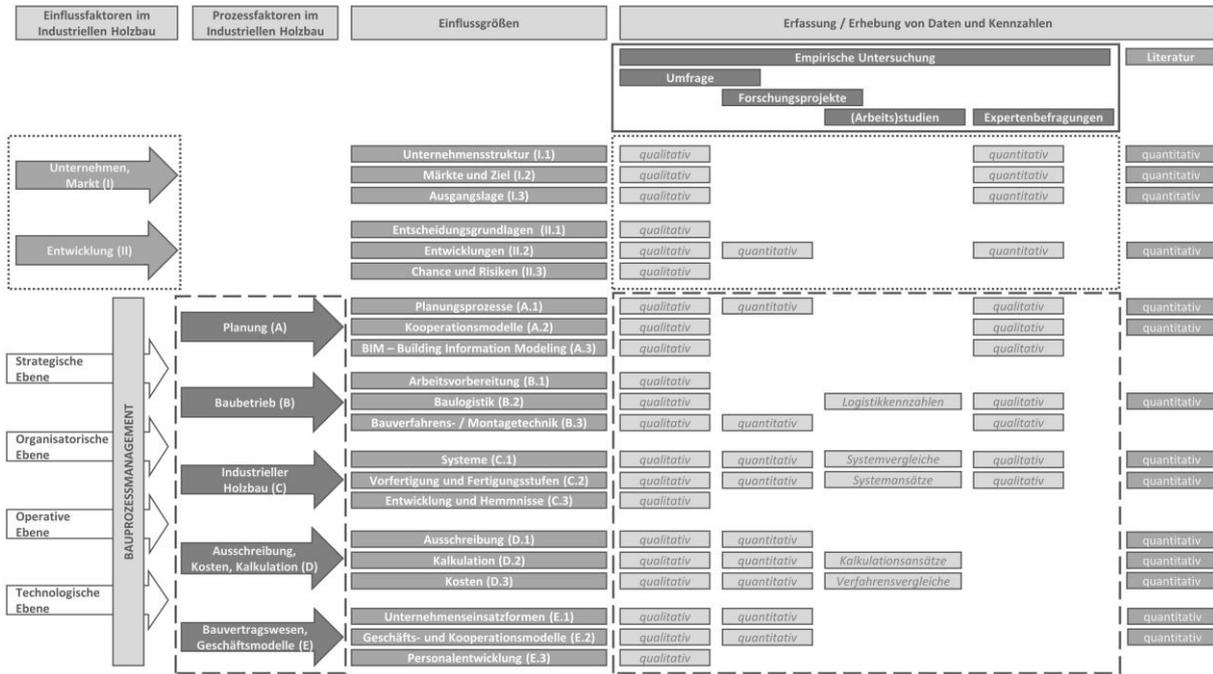


Bild 5.2 Erhebung von Einfluss- und Prozessfaktoren, Einflussgrößen und Kennzahlen im Industriellen Holzbau

Die im Rahmen des dargestellten Untersuchungsdesigns betrachteten Einflussgrößen sind gemäß Bild 5.2 unterschiedlichen Themengebieten zuzuordnen, wobei sie auf oberster Ebene in Form der Prozessfaktoren – Planung (A), Baubetrieb (B), Industrieller Holzbau (C), Ausschreibung, Kosten, Kalkulation (D) sowie Bauvertragswesen und Geschäftsmodelle (E) – gegliedert werden. Ergänzt werden diese Prozessfaktoren durch die Einflussfaktoren Unternehmen und Markt (I) sowie Entwicklung (II) als zeitliche Komponente.

Die sich daraus ergebenden Einflussgrößen der jeweiligen Faktoren sind im Bereich Planung (A) einerseits der Planungsprozess (A.1), die Kooperationsmodelle (A.2) sowie BIM – Building Information Modeling (A.3). In der Kategorie Baubetrieb (B) finden sich die Arbeitsvorbereitung (B.1), die Baulogistik (B.2) sowie die Bauverfahrens- und Montagetechnik (B.3). Des Weiteren ergibt sich der Industrielle Holzbau (C) durch die Systeme (C.1), die Vorfertigung und Fertigungsstufen (C.2) sowie die Entwicklung und zugehörigen Hemmnisse (C.3). Der Prozessfaktor Ausschreibung, Kosten und Kalkulation (D) setzt sich aus den Einflussgrößen Ausschreibung

(D.1), der Kalkulation (D.2) und den Kosten (D.3) zusammen. Abgerundet wird das Bauvertragswesen samt Geschäftsmodellen (E) durch die Unternehmenseinsatzformen (E.1), die Geschäfts- und Kooperationsmodelle (E.2) sowie die Personalentwicklung (E.3.).

Neben den Prozessfaktoren treten ergänzend Einflussfaktoren auf, welche einerseits aus Unternehmen und Markt (I), die wiederum aus den Einflussgrößen Unternehmensstruktur (I.1), den Märkten und Zielen (I.2) sowie der Ausgangslage (I.3) und andererseits aus der Entwicklung (II), mit den Größen Entscheidungsgrundlagen (II.1), der Entwicklung an sich (II.2) und den Chancen und Risiken (II.3) bestehen.

Zur Erfassung bzw. Erhebung der für die Ableitung und Interpretation eines Bauprozessmodells notwendigen Daten und Informationen wurden die im folgenden Abschnitt dargestellten empirischen Methoden der Arbeitsstudien sowie Befragungen von Experten verwendet, um Kennzahlen für den Holzsystembau zu entwickeln. Ergänzend hierzu werden auch die Teilbereiche und erzielten Ergebnisse in den einzelnen Arbeitsstudien sowie Expertenbefragungen zusammengefasst, welche den Ausgangspunkt der übergeordneten Kernumfrage bilden.

Einzelne Ergebnisse zu den Arbeitsstudien sowie den Expertenbefragungen wurden im Zuge der Grundlagendarstellung in Kap. 4 bereits vorgestellt und werden im nachfolgenden Kap. 5.3.5 und 5.4.2 lediglich auszugsweise zusammengefasst.

Die Ergebnisdarstellung der darauf aufbauenden und auf Stufe 2 durchgeführten Umfrage erfolgt in Kap.5.5, wobei an dieser Stelle aufgrund des Ausmaßes der Umfrage die einzelnen Fragen zwar textlich erfasst, jedoch nicht alle Grafiken dargestellt werden. Diese zusätzlichen grafischen Auswertungen der empirischen Primärdatenerhebung sind dem Anhang zu entnehmen.

5.3 Empirische Datenerhebung mittels Arbeitsstudien nach REFA

Die Steuerung eines Unternehmens bzw. die Lenkung der damit verbundenen Prozesse erfolgt im Allgemeinen unter Zuhilfenahme von Daten, Informationen und Schlüsselfaktoren im Sinne des Prozessmanagements. Demnach stellen Kennzahlen und Einflussgrößen für unterschiedliche Abläufe grundlegende Eingangsparameter in der Bestimmung und Bewertung selbiger dar. Der dabei erforderliche Detaillierungsgrad hängt von der zur Verfügung stehenden Datengrundlage ab, wird jedoch wesentlich von den zu evaluierenden Prozessen bestimmt. Im Zuge einer Kalkulation von Bauleistungen ist es notwendig, Eingangsparameter in Form von Kalkulationsansätzen für die Beurteilung einer Leistung im Vorfeld der Ausführung zu bestimmen, welche den Aufwand für die zu erbringende Leistung bestmöglich umfassen (Vgl. Kap. 2.3.3). Diese Aufwands- und Leistungswerte bilden innerhalb eines Unternehmens eine Datenbasis, welche in der Baukalkulation jeweils angepasst an die Situation und Randbedingungen sowie die Umstände der Leistungserbringung erfasst werden. Die hinreichende Genauigkeit bzw. Plausibilität dieser Datenbasis bildet den Kern einer Kalkulation, wobei die eingesetzten Werte Erfahrungswerte aus abgeschlossenen Bauvorhaben sein können, welche durch Nachkalkulationen entstanden sind bzw. aus laufendem Soll-Ist-Controlling im Rahmen der Arbeitskalkulation abgeleitet werden konnten. Andererseits sind es – vor allem bei bis dahin im eigenen Unternehmen noch nicht ausgeführten Leistungen – oftmals auch grobe Schätzwerte und Annahmen, welche in vielen Fällen keiner Verifikation unterworfen wurden. Des Weiteren fasst die einschlägige Literatur diese Aufwands- und Leistungswerte auch gesammelt in unterschiedlichen allgemein zugänglichen Kompendien zusammen, welche sowohl für die Kalkulation im Vorfeld als auch für die Nachtragskalkulation sowie deren Beurteilung durch Externe heranziehbar sind.

Unabhängig davon, woher diese Werte stammen bzw. wie sie der Allgemeinheit zugänglich sind, bedarf es einer grundlegenden Systematik, aufgrund derer die Datenerfassung und Datenauswertung für Aufwands- und Leistungswerte erfolgt. Das dabei zugrunde liegende System erfolgt anhand des gängigen Arbeitsstudiums¹²⁵⁵ nach REFA¹²⁵⁶, welches eine detaillierte Analyse der Prozesse auf einer Baustelle oder auch innerhalb einer Produktion durchführt und die dabei ermittelten Daten, welche im Rahmen einer Kalkulation einer Leistung notwendig sind, einer statistischen Auswertung unterzieht. Im Kontext der Datenauswertung erfolgt die

¹²⁵⁵ Vgl. REFA – VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN, u.: REFA in der Baupraxis – Teil 1 Grundlagen. S. 12 ff

¹²⁵⁶ REFA Bundesverband e.V. ist der Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung mit Sitz in Darmstadt. Er ist die älteste Organisation für Arbeitsstudien und Betriebsorganisationen mit dem Ziel, die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu erreichen. Die durch REFA entwickelten Methoden für die unternehmensspezifische Datenermittlung soll eine grundsätzliche Hilfestellung im Management von Unternehmen und zur Abschätzung von Leistungen bieten. Der REFA-Verband ist ein internationaler Anbieter zahlreicher Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, Fachveranstaltungen und einschlägiger Publikationen und Software im Bereich der Wirtschaftlichkeit von Unternehmen. Vgl. <http://www.refa.de/home>. Datum des Zugriffs: 26.Februar.2018

Berechnung der Aufwands- und Leistungswerte der beobachteten Prozesse. Diese können unter Anpassung an die neu zu kalkulierende Situation als künftige Eingangswerte für selbige herangezogen werden.

Das dabei verwendete Arbeitssystem mit dessen Grundlagen für die Datenermittlung und Datenauswertung, die Vorgehensweise, Differenzierung aufgenommener Zeitarten sowie die statistische Auswertung der zu bestimmenden Aufwandswerte, wird in den folgenden Kapiteln erläutert.

5.3.1 Arbeitssystem REFA

Die Untersuchungsmethode für Arbeitsablaufbeobachtungen nach REFA stellt branchenunabhängig ein System dar, welches sowohl in stationären Unternehmen als auch in der Produktionsumgebung einer Baustelle eingesetzt werden kann.

Das dabei zu untersuchende Arbeitssystem ist für die Erfüllung einer Arbeitsaufgabe innerhalb einer hierarchischen Struktur und durch das Zusammenwirken von Menschen, Betriebsmitteln und Umwelteinflüssen geprägt. Das nachfolgende Bild 5.3 zeigt ein Arbeitssystem nach REFA, wobei darin die sieben Systembegriffe – Arbeitsaufgabe, Arbeitsablauf, Eingabe, Ausgabe, Mensch (M), Betriebsmittel (BM) und Umwelteinflüsse – sowie deren Abhängigkeiten untereinander dargestellt werden.¹²⁵⁷

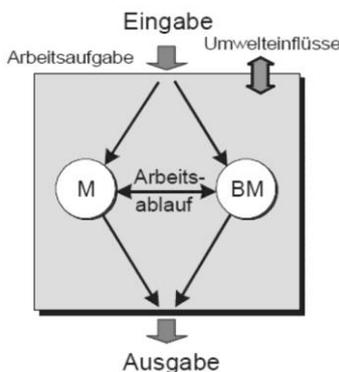


Bild 5.3 Schema Arbeitssystem nach REFA¹²⁵⁸

In diesem Zusammenhang umfasst die Beschreibung der Arbeitsaufgabe den Zweck des gewählten Systems und ist im weiteren Sinn als Proklamation an die involvierten Menschen anzusehen, eine Tätigkeit zu verrichten. Das dabei gesteckte Ziel wird durch den Arbeitsablauf beschrieben und die Erfüllung der Arbeitsaufgabe bildet die Zielerreichung ab. Dies be-

¹²⁵⁷ Vgl. RIEDIGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis – Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, Jahrgang 45, Ausgabe 1/2000. S. 5

¹²⁵⁸ RIEDIGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis – Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, Jahrgang 45, Ausgabe 1/2000. S. 5

deutet einerseits, dass der Input, also die Eingabe aus Arbeitsgegenständen, Menschen und Informationen sowie Energien besteht, welche notwendig sind, um die Arbeitsaufgabe zu ermöglichen. Sie können jedoch in ihrem Zustand, ihrer Lage und Form variieren. Demgegenüber steht der Output, also die Ausgabe aus dem Arbeitssystem, welcher durch die veränderten Arbeitsgegenstände sowie den Menschen, die Energien und Informationen, welche zur Herstellung bzw. Umwandlung erforderlich wurden, gebildet wird. Der Mensch (M) sowie das Betriebsmittel (BM) stellen damit die Kapazitäten eines Arbeitssystems dar, dienen der Erfüllung der Arbeitsaufgabe und wandeln den Input in den Output um. Im Zuge dessen treten Einflüsse auf, welche durch physikalische, chemische, biologische, organisatorische und soziale Bedingungen entstehen und damit die Umstände und Nebenwirkungen, wie bspw. Witterung, Arbeitsklima und Organisation kennzeichnen.

Dabei wird ein Arbeitsablauf gemäß *REFA* in einzelne Arbeitsschritte untergliedert, welche wiederum gemäß Bild 5.4 in Makroablaufabschnitte und Mikroablaufabschnitte zu unterscheiden sind.

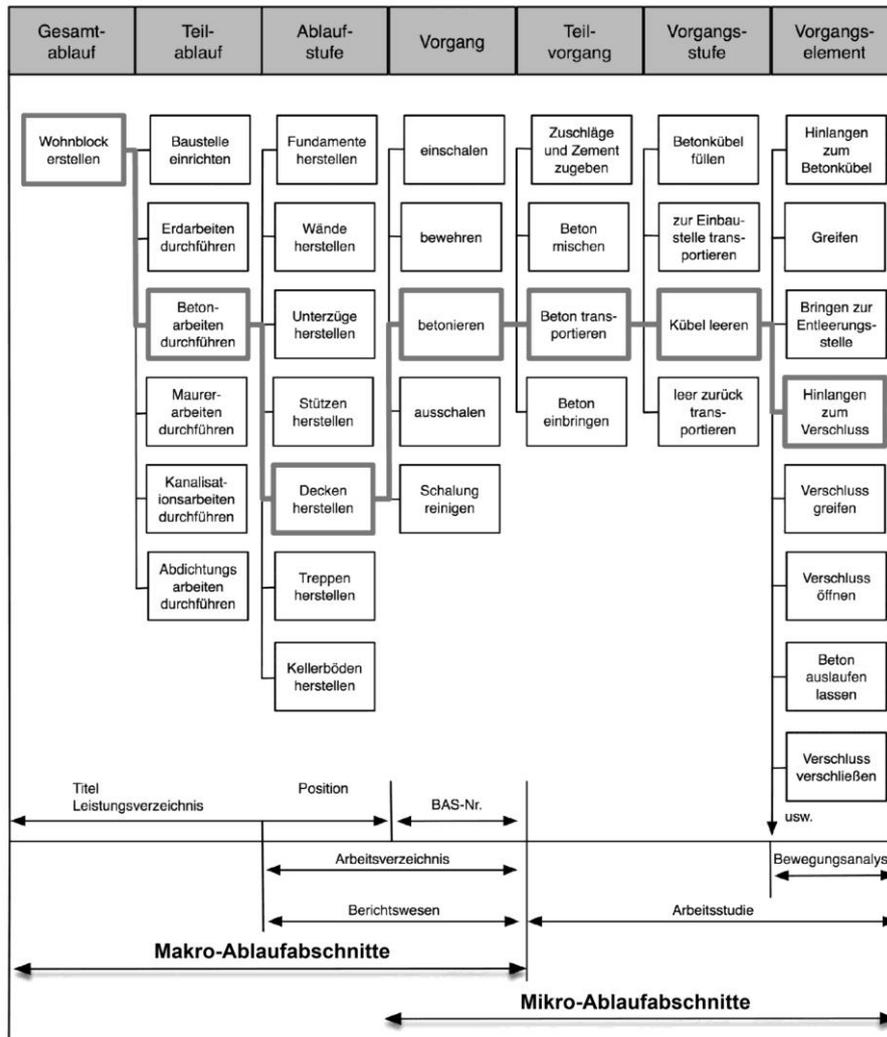


Bild 5.4 Gliederung Arbeitsablauf nach REFA im Betonbau ¹²⁵⁹

Die Makroablaufabschnitte beinhalten den Gesamtablauf ebenso wie den Teilablauf und die Ablaufstufen mit ihren einzelnen Vorgängen, den Ablaufelementen. Die Mikroablaufabschnitte werden des Weiteren in den Vorgang, den Teilvorgang, die Vorgangsstufe sowie das Vorgangselement gegliedert.

Die einzelnen Vorgangselemente sind die kleinste Kategorie der Arbeitsablaufabschnitte und damit „[...] Teile einer Vorgangsstufe, die weder in ihrer Beschreibung noch in ihrer zeitlichen Erfassung weiter unterteilt werden können.“ ¹²⁶⁰ Diese detaillierte Aufnahme eines Arbeitsablaufes ist im Bauwesen zumeist zu feingliedrig. Zugleich können die Vorgangsstufen ebenfalls

¹²⁵⁹ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung – Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. S. 43

¹²⁶⁰ REFA – VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN, u.: REFA in der Baupraxis – Teil 2 Datenermittlung. S. 14

als zu detaillierte Darstellung der Arbeitsleistung im Bauwesen angesehen werden. Diese sind wie folgt definiert: „...Abschnitte eines Teilvorgangs, die eine in sich geschlossene Folge von Vorgangselementen umfassen. [...] Vorgangsstufen sind die Gliederungsteile, die bei Einzelzeitaufnahmen als kleinste Einheit erfasst werden können. Sie bieten sehr gute Ansatzpunkte für die Verbesserung von Arbeitsabläufen zur Rationalisierung.“¹²⁶¹ Es zeigte sich aufgrund von baubetrieblichen Untersuchungen, dass die Aufnahme von Teilvorgängen, welche aus „mehreren Vorgangsstufen, die wegen der besseren Überschaubarkeit als Teil der Arbeitsaufgabe zusammengefasst werden“¹²⁶² für die Untersuchung von Arbeiten im Bauwesen aufgrund der oftmals auftretenden Gruppenarbeiten als hinreichend genau einzu-stufen sind, und demnach bei bauwirtschaftlichen Analysen anhand der *REFA-Systematik* die unterste Ebene der Mikroablaufabschnitte darstellen.

Die Basis für die Nachkalkulation im Bauwesen bzw. der Berichtslegung im Rahmen des Baustellen-Controllings bildet der eigentliche Vorgang eines Arbeitsablaufes, welcher folgendermaßen definiert ist: „Mit Vorgang wird der Abschnitt eines Arbeitsablaufes bezeichnet, der in der Ausführung an einer Mengeneinheit eines Arbeitsauftrages besteht. Der Vorgang wiederholt sich bei der Ausführung eines Auftrags n-mal. Ein Vorgang besteht im Allgemeinen aus mehreren Teilvorgängen, manchmal aber auch nur aus einer oder mehrerer Vorgangsstufen.“¹²⁶³ Für eine ausreichend genaue Beschreibung des Arbeitsablaufes ist die Erfassung der Vorgänge ausreichend. Es bedarf jedoch einer exakten Beschreibung der gewählten Arbeitsverfahren und der diese Verfahren regelnden Arbeitsmethode und Arbeitsweise.¹²⁶⁴

Diese Untergliederung eines Arbeitsablaufes bildet die Basis für die Beobachtungsmethoden nach *REFA*.

5.3.2 Grundlagen zur Datenermittlung

Im Rahmen eines Arbeitsstudiums tritt der Begriff Daten in den Vordergrund, wobei darunter im Allgemeinen Angaben, Einzelheiten, Fakten, Größen, Maße, Messwerte, Tatsachen, Werte oder Zahlen zu verstehen sind, welche durch eine Messung, Beobachtung oder statistische Erhebung generiert werden konnten.¹²⁶⁵ Bei Arbeitsstudien sind Daten als Einflussgrößen – von welchen des Weiteren ermittelte Zahlen abhängen – als

¹²⁶¹ REFA – VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN, u.: REFA in der Baupraxis – Teil 2 Datenermittlung. S. 14

¹²⁶² REFA – VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN, u.: REFA in der Baupraxis – Teil 2 Datenermittlung. S. 14 ff

¹²⁶³ REFA – VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN, u.: REFA in der Baupraxis – Teil 2 Datenermittlung. S. 15

¹²⁶⁴ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung – Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. S. 44 ff

¹²⁶⁵ Vgl. <https://www.duden.de/rechtschreibung/Daten>. Datum des Zugriffs: 26.Februar .2018

einzelne Zeiten für Ablaufschritte, als Bezugsmengen – worauf sich ermittelte Zahlen beziehen – bzw. als Rand- und Arbeitsbedingungen zu verstehen. Die durchgeführte Messung ist als Funktion mit unterschiedlichen Einflussgrößen anzusehen, wobei neben der tatsächlichen Zeitmessung auch eine Bewertung der Randbedingungen und Störeinflüsse im Rahmen der Erfüllung der Arbeitsaufgabe erfolgen muss. Wesentlich in diesem Zusammenhang ist die Erfassung gemäß dem geplanten Verwendungszweck sowie auch die Reproduzierbarkeit, was sich durch eine ausreichend große Anzahl an Daten sowie deren Vergleichbarkeit mit der Untersuchung gleicher oder ähnlicher Arbeitssysteme abbilden lässt.¹²⁶⁶ Die Wiederverwendbarkeit bzw. Reproduzierbarkeit von Daten bedingt, dass der zugrunde liegende Arbeitsablauf eindeutig beschrieben ist, die dabei auftretenden Arbeitsbedingungen gänzlich bekannt sind und die Daten den statistischen Anforderungen genügen müssen. Dabei ist es sinnvoll, dass die erfassten Daten in qualitative und mess- bzw. zählbare quantitative Daten gegliedert werden, was sich in nachfolgendem Bild 5.5 zeigt.

Quantitative Daten sind gemäß Bild 5.5 aufgrund ihrer zugrunde gelegten Messeinheit eindeutig definiert, wohingegen qualitative Daten lediglich beschreibbar sind. Die Unterteilung in feste bzw. konstante Daten und veränderliche bzw. variable Daten ist neben der Berücksichtigung absoluter oder auf eine Zielgröße hin bezogener Daten in manchen Fällen hilfreich und zielführend.¹²⁶⁷

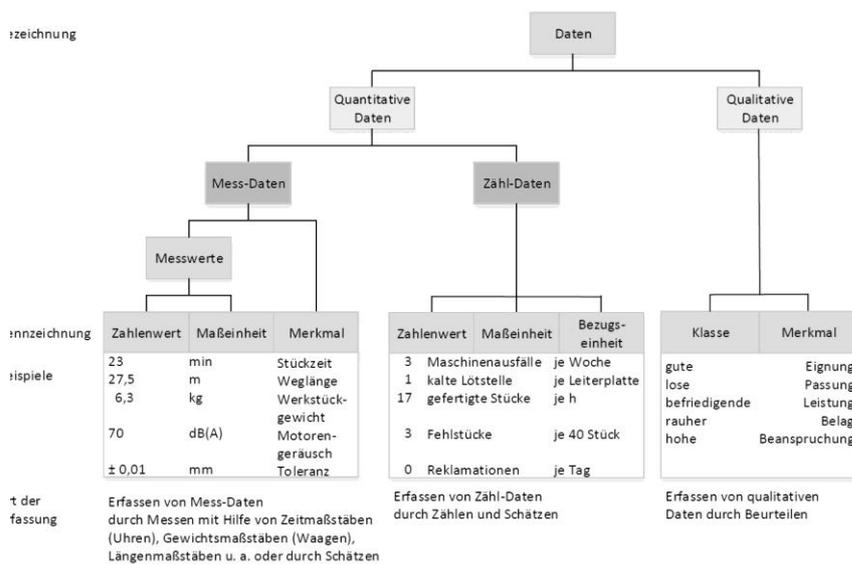


Bild 5.5 Gliederung quantitative und qualitative Daten¹²⁶⁸

¹²⁶⁶ Vgl. REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung, S. 12

¹²⁶⁷ Vgl. REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung, S. 13 ff

¹²⁶⁸ REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung, S. 15

Unabhängig davon, welche Daten erfasst werden, spielt die gewählte sich wiederholende Systematik bei der Erfassung eines Arbeitssystems eine erhebliche Rolle und bestimmt bei der Festlegung bereits die Qualität der erfassten Daten.

5.3.3 Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung

Die Erfassung von Zeitdaten verlangt eine vorangegangene Festlegung des Arbeitssystems einer Baustelle bzw. einer Fertigung. Die Gliederung der Ablaufarten kann dabei gemäß dem nachfolgenden Bild 5.6 erfolgen, wobei zwischen Haupttätigkeiten (MH), Nebentätigkeiten (MN) und zusätzlichen Tätigkeiten (MZ) sowie in ablaufbedingte Unterbrechungen (MA), erholungsbedingte Unterbrechungen (ME), störungsbedingte Unterbrechungen (MS) und persönlich bedingte Unterbrechungen (MP) unterschieden wird.¹²⁶⁹

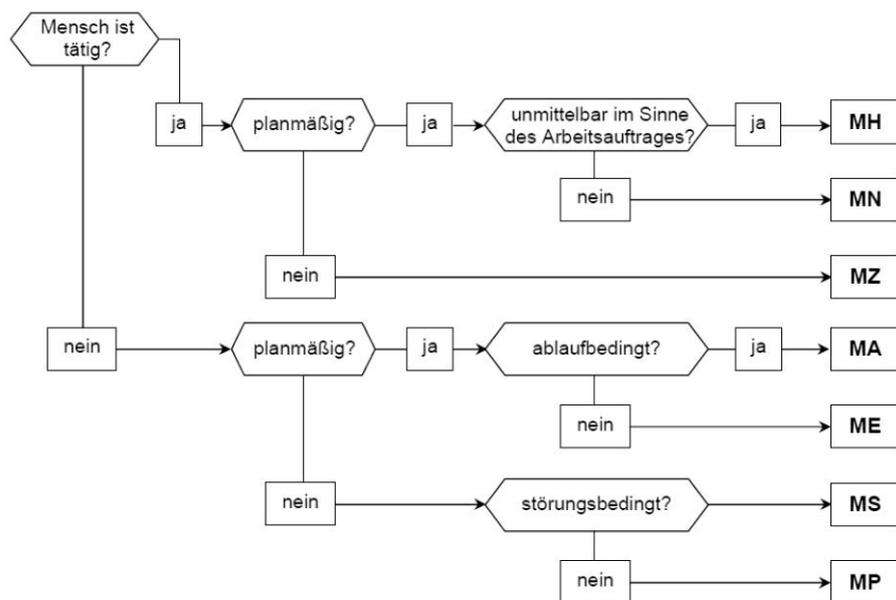


Bild 5.6 Gliederung Arbeitsablauf – Ablaufarten Einflussfaktor Mensch gemäß REFA ¹²⁷⁰

Dies ergibt gemäß REFA eine Einteilung der Vorgänge in Hauptkategorien auf erster Ebene, welche aus Tätigkeiten, Unterbrechungen und nicht erkennbaren Tätigkeiten bestehen und in Bild 5.7 zusammengefasst sind.

¹²⁶⁹ Vgl. RIEDIGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis – Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, Jahrgang 45, Ausgabe 1/2000. S. 6

¹²⁷⁰ RIEDIGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis – Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, Jahrgang 45, Ausgabe 1/2000. S. 6

Grund-Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie (Ablaufarten)
Im Einsatz	Tätigkeit	Haupttätigkeit
		Nebentätigkeit
		zusätzliche Tätigkeit
	Unterbrechen der Tätigkeit	Ablaufbedingtes Unterbrechen
		Störungsbedingtes Unterbrechen
		Erholungsbedingtes Unterbrechen
		Persönlich bedingtes Unterbrechen
Außer Einsatz	Krankheit, Urlaub, Lehrgang	
Betriebsruhe	Betriebspausen, Feiertage	
Nicht erkennbar		

Bild 5.7 Gliederung Arbeitsablauf gemäß REFA ¹²⁷¹

Im Zuge der Anpassung dieser allgemein gültigen Beobachtungskriterien nach REFA an das Arbeitssystem Baustelle gemäß Schlagbauer wird eine weitere Unterteilung in Unterkategorien vorgenommen, welche die Aktivitäten auf zweiter Ebene in Form von Haupt- und Nebentätigkeiten sowie zusätzlichen Tätigkeiten umfassen. Die Unterbrechungen werden in ablaufbedingt, störungsbedingt, erholungsbedingt und persönlich bedingt gemäß nachfolgendem Bild 5.8 unterschieden. ¹²⁷²

¹²⁷¹ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung – Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. S. 48

¹²⁷² Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung – Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. S. 49 ff

Kategorie [erste Ebene]	Unterkategorie [zweite Ebene]	Beschreibung
„Tätigkeit“		Die Kategorie „Tätigkeit“ umfasst alle durchgeführten Arbeiten, die mit der Leistungserbringung direkt oder indirekt in Verbindung stehen.
	„Haupttätigkeit“	Unter „Haupttätigkeit“ werden alle erhobenen Tätigkeiten zusammengefasst, die der Leistungserbringung einer direkt abrechenbaren Position dienen (z.B. Mauern, Betonieren, Schalung aufstellen, uä.).
	„Nebentätigkeit“	Im Gegensatz zu „Haupttätigkeiten“ können „Nebentätigkeiten“ nicht direkt abgerechnet werden, sondern sind zur Erbringung von „Haupttätigkeiten“ notwendig (z.B. Mörtel mischen, Gerät und Material vorbereiten, uä.).
	„Zusätzliche Tätigkeit“	Die Unterkategorie „zusätzliche Tätigkeiten“ umfasst Haupt- und Nebentätigkeiten, die nicht dem eigentlichen Arbeitsauftrag der beobachteten Person entsprechen (z.B. die Kranführertätigkeit eines Maurers).
„Unterbrechung“	„Ablaufbedingt“	Der Bereich der „Ablaufbedingten Unterbrechungen“ umfasst Pausen, die aufgrund des Bauverfahrens und des Bauablaufs notwendig sind.
	„Störungsbedingt“	„Störungsbedingte Unterbrechungen“ entstehen durch äußere Einwirkungen auf den Bauablauf, wodurch dieser unterbrochen wird.
	„Erholungsbedingt“	„Erholungsbedingte Unterbrechungen“ sind Pausen, die der Bauarbeiter infolge anstrengender Tätigkeiten selbstständig einlegt, einschließlich der vom Arbeitgeber vorgegebenen Vormittags- und Mittagspausen.
	„Persönlich bedingt“	„Persönlich bedingte Unterbrechungen“ entstehen infolge der persönlichen Bedürfnisse des Bauarbeiters, z.B. Rauchen, Toiletten-gang, Trinken, uä.
„Nicht erkennbar“		In die Kategorie „Nicht erkennbar“ werden jene Beobachtungen eingetragen, bei denen zum Beobachtungszeitpunkt der zu beobachtende Arbeiter nicht im Sichtbereich des Beobachters war und daher keine genaue Aussage über seine verrichtete Tätigkeit gemacht werden konnte.

Bild 5.8 Gliederung Arbeitsablauf nach *Schlagbauer*¹²⁷³

Die Summe aller angeführten Ablaufarten ergibt den untersuchten Arbeitsablauf einer Baustelle, wobei eine Gliederung der Zeitarten sinnvoll scheint.

Dabei wird in die Grundzeit, die Erholungszeit und die Verteilzeit unterschieden. Unter der Grundzeit wird jene Zeit verstanden, welche die Zeiten der Haupttätigkeiten, der Nebentätigkeiten sowie der ablaufbedingten Unterbrechungen umfasst und den größten Anteil beansprucht bzw. einnehmen sollte. Die Erholungszeit steht in direktem Zusammenhang mit

¹²⁷³ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung – Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. S. 49

der von Menschen ausgeführten Tätigkeiten und fällt aufgrund der Erholungsbedürfnisse dieser an. Sie hängt von der Arbeitsintensität und Beanspruchung ab und sollte gemäß *REFA* nicht mehr als 5 % und gemäß *Lang*¹²⁷⁴ nicht mehr als 10 % der Gesamtzeit betragen. Ergänzend hierzu beinhaltet die Verteilzeit all jene Zeiten, welche sowohl für zusätzliche Tätigkeiten als auch für störungsbedingte und persönlich bedingte Unterbrechungen anfallen. Demnach umfasst die Verteilzeit sowohl Zeiten für die Erfüllung der Arbeitsaufgabe als auch Zeiten, welche nicht direkt im Zusammenhang mit dieser stehen.¹²⁷⁵

Die nachfolgende Darstellung (Bild 5.9) zeigt einen Überblick über Ablaufarten und Gliederung der Zeitartern.

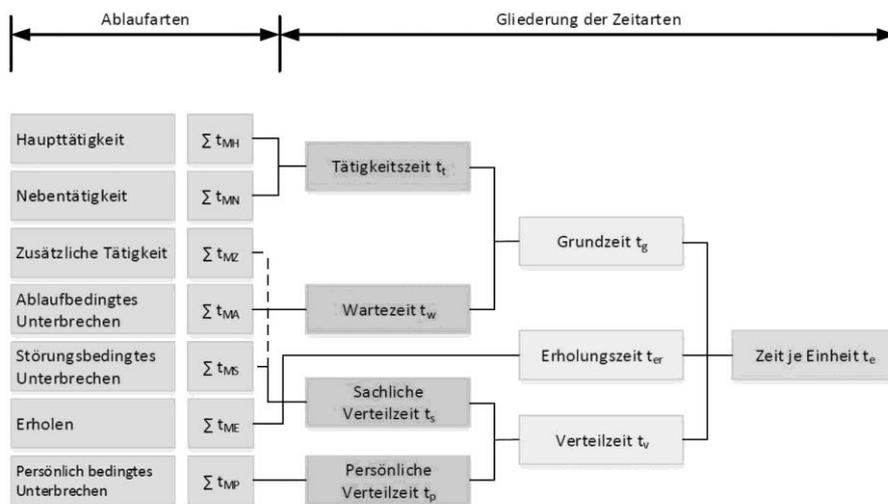


Bild 5.9 Gliederung Ablauf- und Zeitartern gemäß *REFA*¹²⁷⁶

Die Gliederung der Ablaufarten umfasst demnach für Betriebsmittel all jene Ereignisse, welche im zu untersuchenden Zeitraum (bspw. innerhalb von 24 Stunden), bzw. während eines Teiles davon, für einen bestimmten Auftrag oder eine Aufgabe oder während einer zuvor festgelegten zeitlichen Periode auftreten. Die Gliederung dieser Abläufe beinhaltet demzufolge nicht nur die Ereignisse, welche aufgrund des Zusammenwirkens in der Erfüllung der Arbeitsaufgabe auftreten, sondern darüber hinaus auch alle Gegebenheiten, deren Ursache außerhalb dieser Kombination liegen.¹²⁷⁷

¹²⁷⁴ Vgl. LANG, A.: Ein Verfahren zur Bewertung von Bauablaufstörungen und zur Projektsteuerung. S. 109

¹²⁷⁵ Vgl. REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung. S. 50 ff

¹²⁷⁶ REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung. S. 47

¹²⁷⁷ Vgl. REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung. S. 28

5.3.4 Zeitaufnahmen und statistische Auswertung

Aufbauend auf die festgelegte Beobachtungstiefe wird eine geeignete Beobachtungsmethode, angepasst an den zu untersuchenden Arbeitsablauf, gewählt. Dabei wird gemäß *REFA* einerseits die Einzelzeitaufnahme (EZA) und andererseits die Multimomentaufnahme (MMA) unterschieden. Beide Arten von Zeitaufnahmen dienen der Ermittlung von Soll-Zeiten durch die Messung von Ist-Zeiten. Der Definition von *REFA* folgend bestehen Zeitaufnahmen „in der Beschreibung des Arbeitssystems, im Besonderen des Arbeitsverfahrens, der Arbeitsmethode und der Arbeitsbedingungen, und in der Erfassung der Bezugsmengen, der Einflußgrößen, der Leistungsgrade und Ist-Zeiten für einzelne Ablaufabschnitte; deren Auswertung ergeben Soll-Zeiten für bestimmte Ablaufabschnitte.“¹²⁷⁸ Durch die Beobachtung von Ist-Zeiten können demnach durch deren Erfassung tatsächlich benötigte Zeiten für die Durchführung von Tätigkeiten, die Soll-Zeiten – unter Bezugnahme zur erfassten Menge – errechnet werden.

Unter der Einzelzeitaufnahme (EZA) ist eine Zählmethode zu verstehen, welche die Zeiten zwischen zwei Messpunkten mittels Zeitmessgerät, zumeist einer Stoppuhr, erfasst. Die EZA erlaubt eine gesonderte Betrachtung jedes einzelnen Ablaufschrittes, also Vorganges oder Teilvorganges, und der zur Umsetzung benötigten Zeit. Durch die Kombination aller erfassten Einzelzeiten entsteht ein Abbild des Beobachtungszeitraumes. Einzelzeitaufnahmen eignen sich jedoch lediglich bedingt für Baustellenaufnahmen, da es zumeist einer Beobachtung mehrerer Personen gleichzeitig bedarf, was geeignete Messmethoden bzw. Messgeräte zur Aufnahme unterschiedlicher Messpunkte erfordert.¹²⁷⁹

Demnach lassen sich folgende Vor- bzw. Nachteile der EZA zusammenfassen:

¹²⁷⁸ REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung. S. 81

¹²⁷⁹ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung – Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. S. 46 ff

Tabelle 5.1 Vor- und Nachteile der Einzelzeitaufnahme (EZA) ¹²⁸⁰

Vorteile	Nachteile
keine Errechnung der Einzelzeit notwendig	Beeinflussung des Leistungsgradurteiles möglich durch Kenntnis der Dauern der Ablaufabschnitte
Vermeidung / Ausschluss von Fehlern bei Errechnung von Einzelzeiten	eventuelle Zeitverzögerung durch mechanische Schaltung der Zeitmessung
zumeist kleinere Zahlenwerte bei Eintragung in Zeitaufnahmebogen	separate Messung der Gesamtzeit erforderlich
Streuung der Messwerte nicht unmittelbar erkennbar aufgrund Unregelmäßigkeiten der Arbeitsabläufe	höhere Anschaffungskosten, da mehrere Zeitmessgeräte notwendig

Im Gegensatz zur Einzelzeitaufnahme kennt die Multimomentaufnahme (MMA) die systematische Gruppenaufnahme, welche sich im Rahmen von Baustellenanalysen als geeigneter erweist. Dieses Zählverfahren erlaubt die Beobachtung von Personen und deren Tätigkeiten in einem bestimmten vorher festgelegten Zeitintervall, wobei der (Teil-)Vorgang betrachtet wird. Im Rahmen der MMA wird keine Erfassung der Dauer eines Vorganges vorgenommen und gibt diese demnach auch nicht wieder. Durch die Festlegung des Beobachtungsumfanges bzw. der Anzahl an Beobachtungen ist eine Aussage zum jeweiligen Anteil der beobachteten Vorgänge am Gesamtbeobachtungszeitraum möglich, wobei die Aufnahme einer nicht zu großen Anzahl an Personen sinnvoll und realistisch erscheint. ¹²⁸¹

Die MMA wird einerseits in die Methode mittels Stunden-Minuten-Zufalls tafeln nach *REFA* für die Aufnahme zyklischer Arbeiten eingesetzt, also eine klassische Multimomentaufnahme anhand zeitlicher Zufälligkeit. Im Falle von Baustellenbeobachtungen, bei welchen hauptsächlich nicht zyklische Tätigkeiten beobachtet werden, wird in einem fixen Beobachtungsintervall, bspw. fünf Minuten, die Aufzeichnung sämtlicher Arbeitskräfte und deren Tätigkeiten zu diesem Zeitpunkt vorgenommen. ¹²⁸²

Die Vorgehensweise einer Multimomentaufnahme lässt sich folgendermaßen (Tabelle 5.2) zusammenfassen:

¹²⁸⁰ weiterentwickelt aus: REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung, S. 87

¹²⁸¹ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung – Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau, S. 47

¹²⁸² Vgl. REFA – VERBAND FÜR ARBEITSSSTUDIEN, u.: REFA in der Baupraxis – Teil 2 Datenermittlung, S. 83 ff

Tabelle 5.2 Ablaufschritte Multimomentaufnahme (MMA) ¹²⁸³

Vorgehensweise MMA	
1.	Festlegung des Zieles der MMA
2.	Beschreibung und Festlegung der Ablaufarten
3.	Festlegung des Rundganges auf der Baustelle
4.	Festlegung des erforderlichen Beobachtungsumfanges
5.	Bestimmung der Zeitpunkte für die geplanten Rundgänge
6.	Durchführung der ersten Beobachtung
7.	Durchführung einer Zwischenauswertung
8.	Durchführung von weiteren Beobachtungen
9.	Erstellung der Endauswertung

Die Beobachtung von Tätigkeiten gibt auch den erforderlichen Rundgang in regelmäßigen Intervallen vor, da es für manche Tätigkeiten sinnvoll ist, von einem fixen Standort aus die Beobachtung durchzuführen, hingegen bei anderen aufzunehmenden Tätigkeiten es aufgrund der geometrischen Bedingungen auf der Baustelle schwierig ist, diese von einem Standort aus vorzunehmen.

Die MMA weist einige Vor- und Nachteile auf, welche in nachfolgender Tabelle 5.3 zusammengefasst sind.

¹²⁸³ weiterentwickelt von: EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 117

Tabelle 5.3 Vor- und Nachteile der Multimomentaufnahme (MMA) ¹²⁸⁴

Vorteile	Nachteile
keine Messgeräte erforderlich	einzelne Notizen schwer bis gar nicht berücksichtigbar bzw. überprüfbar, da zumeist nicht wiederkehrende Vorgänge beschrieben werden
Beobachter lediglich zeitweise an beobachteten Arbeitsplatz gebunden	MMA erlaubt bedingt Rückschlüsse auf die Gestaltung von Arbeitsplätzen
nahezu beliebig viele Arbeitsplätze beobachtbar (in Abhängigkeit der Geometrie)	zu Ablaufarten, welche weniger als 1 % der Aufzeichnungen ausmachen, lassen sich keine bzw. schwer belastbare Aussagen treffen
MMA wird meist über längere Zeiträume vorgenommen, was gesicherte Daten des durchschnittlichen Arbeitsablaufes ergeben	bewusste Einflussnahme des Beobachters schwer bis nicht erkennbar
MMA kann unterbrochen und wieder aufgenommen werden	Feststellung der Ursachen für Unterbrechungen sind schwierig bis unmöglich
Beobachtung erfordert kein fundiertes Wissen zu Arbeitsstudien	
rasche Auswertung umfangreicher Datenmenge möglich	
gemäß Erfahrungen bis zu 70 % geringerer zeitlicher Aufwand als bei Zeitaufnahmen mit Zeitmessgeräten	

Sämtliche im Datenerfassungsbogen (DEB) für jede einzelne Arbeitskraft an jedem einzelnen Arbeitstag erfassten Daten sind einer statistischen Auswertung zu unterziehen, um daraus eine Gesamtaussage zu den beobachteten Tätigkeiten treffen zu können. Eine Zeitaufnahme stellt immer eine Stichprobe einer Grundgesamtheit dar, welche unter Zuhilfenahme statistischer Methoden die Berechnung von Ergebnissen zulässt. Dabei werden vor allem der arithmetische Mittelwert als statistische Größe der Lagenparameter, die Standardabweichung als Streuungsparameter, die Variationszahl sowie der relative Vertrauensbereich errechnet. Die Berechnung der Ergebnisse der EZA erfolgt demnach unter Berücksichtigung dieser statistischen Kenngrößen bzw. anhand des Variationszahlverfahrens. Demgegenüber steht die Auswertung der MMA, welche auf Basis des Vertrauensbereiches durchgeführt wird. Dies bedeutet, dass im Vorfeld ein Vertrauensbereich von zumeist ca. 5 % festgelegt wird und die ermittelten Ergebnisse mit einer 95-prozentigen Wahrscheinlichkeit und einer Abweichung von +/- 5 % auf diese zutreffen. Dabei ist vor allem der Zusammenhang des Stichprobenumfangs in Form der Anzahl an Beobachtungen in Abhängigkeit des Vertrauensbereiches und dem Anteil

¹²⁸⁴ weiterentwickelt aus: REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung, S. 87

der beobachteten Ablaufart am Gesamtablauf als maßgebliche Einflussgröße in der Gesamtauswertung wesentlich. Dies bedeutet, dass der Stichprobenumfang groß genug sein muss, um daraus eine belastbare Aussage ableiten und einen plausiblen auch auf weitere Baustellen anwendbaren Aufwandswert errechnen zu können.^{1285, 1286}

5.3.5 Empirische Datenerhebung und Ergebnisse von Aufwandswerten für Holzsystembauten

Unter der Zuhilfenahme der Methode der Multimomentaufnahme (MMA) und teilweise auch der Einzelzeitaufnahme (EZA) wurde aufgrund einer bisher geringen Anzahl vorhandener Datensätze in der Literatur bzw. auch aufgrund technischer Entwicklungen der vergangenen Jahre begonnen (Vgl. Kap.4.4.2), systematisch Arbeitsstudien anhand der *REFA-Systematik* erstmals auf Holzbau-Baustellen durchzuführen.

Diese vom Verfasser initiierten empirischen Untersuchungen als Teil der in Stufe 1 angewendeten Methodik wurden durch Studierende und Mitarbeiter des Instituts für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Graz im Zeitraum 2013 bis 2018 vorgenommen. Der Fokus wurde dabei auf unterschiedliche Bausysteme (Holzleichtbauweise, Holzmassivbauweise, Holz-Beton-Verbund, udgl.) und zu beobachtende einzelne (Detail-)Punkte (Anschluss- und Auflagerpunkte, Verbindungstechnik, udgl.) und Arbeitsabläufe (Hebezeiten, Baustellenlogistik, udgl.) gelegt. Ebenso wurde auch das Thema Vorfertigung von Wand- und Deckenelemente, sowie deren Montage vor Ort in unterschiedlich großen Baukörpern durch diese Baustellenbeobachtungen berücksichtigt. Diese holzbausepezifischen Arbeitsstudien erlaubten es, zahlreiche der Situation angepassten Aufwandswerte zu ermitteln und auch miteinander zu vergleichen.

Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick über die im Holzbau durchgeführten Arbeitsstudien am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft (iBBW) der TU Graz.

Dabei zeigt Tabelle 5.4 die Grunddaten und Ergebnisse für eine Arbeitsstudie, welche im Rahmen eines mehrgeschossigen großvolumigen Brettsperrholzbauwerks eines österreichischen Holzbauunternehmens in Großbritannien durchgeführt wurde. Die ermittelten Werte sind jedoch nicht öffentlich zugänglich, da der Zugang zu diesen sowie die Veröffentlichung durch die beteiligten Unternehmen gesperrt wurde.

¹²⁸⁵ Vgl. REFA – VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN, u.: REFA in der Baupraxis – Teil 2 Datenermittlung. S. 58 ff

¹²⁸⁶ Vgl. EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwandswerte und Leistungswertermittlung. S. 119 ff

Tabelle 5.4 Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 1 – TUG | iBBW 1287

Nr	Projekt	Zeitraum	Ort	Beobachter	Daten			Bausystem	Probanden	untersuchte Montagesituationen / Detailpunkte	Einheit	ermittelte Aufwandswerte (in Abhängigkeit der Geschoße bzw. Montagesituation)			Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung
					schriftl.	Fotos	Videos					AW _{netto}	AW _{brutto}	gesamt		
1	3-geschossiges Gesundheitszentrum	13.05. - 24.06.2013	Kirkley Rise Health Center - UK	Masterarbeit Dorota Plociennik	x	x	x	Brettspertholz	10 Arbeitskräfte inkl. Vorarbeiter	Montage Wand / Decke	Montage Schwelle EG / OG	[Std/lfm]	Sämtliche ermittelte Werte sind nicht öffentlich zugänglich, da die Masterarbeit seitens des beauftragenden Unternehmens gesperrt wurde	77	Masterarbeit Doprota Plociennik "Analyse der Arbeitsprozesse im Holzbau mit speziellem Fokus auf die Aufwands- und Leistungswertmittlung"	
											Montage Wand EG / OG / Technik	[Std/m ²]				
											Montage Decke EG / OG / Technik	[Std/m ²]				
											Montage Decke über EG / OG / Technik / Dach	[Std/m ²]				
											Montage BSH-Konstruktion	[Std/lfm]				
											Montage Treppe inkl. Vormontage Stufen	[Std/m ²]				
											Baustelleneinrichtung	[Std/Mann]				
											Montage Schutzeinrichtung Easi Edge	[Std/m ²]				
											Abkleben Stoffugen	[Std/lfm]				

Die Tabelle 5.5 fasst die Grunddaten und Ergebnisse einer Studie im Rahmen der Errichtung eines mehrgeschossigen Holzwohnbaus in Österreich zusammen und schlüsselt detailliert die dabei ermittelten Aufwandswerte auf.

Tabelle 5.5 Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 2 – TUG | iBBW 1288

Nr	Projekt	Zeitraum	Ort	Beobachter	Daten			Bausystem	Probanden	untersuchte Montagesituationen / Detailpunkte	Einheit	ermittelte Aufwandswerte (in Abhängigkeit der Geschoße bzw. Montagesituation)			Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung
					schriftl.	Fotos	Videos					AW _{netto}	AW _{brutto}	gesamt		
2	3-geschossiger Holzwohnbau	12.05. - 21.05.2014	Mooskirchen - AT	Masterarbeit Werner Eder	x	x	x	Brettspertholz	6 Arbeitskräfte inkl. Vorarbeiter	Montage Wand	Niveaueingleich Beton im EG	[Std/lfm]	---	0,21	70	Masterarbeit Werner Eder "Baublaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertmittlung"
											Montage Winkel auf Beton im EG	[Std/Stk]	0,05	0,05		
											Montage Winkel auf Holz in OG	[Std/Stk]	0,03 0,08	0,05 0,11		
											Stellen der Außenwand	[Std/m ²]	0,03 0,04	0,05 0,06		
											Stellen der Innenwand	[Std/m ²]	0,02 0,03	0,04 0,05		
											Verschrauben der Außenwand	[Std/lfm]	0,04 0,07	0,05 0,09		
											Verschrauben der Innenwand	[Std/lfm]	0,02 0,03 0,04	0,04 0,06		
											Einbau Schallentkoppelung	[Std/lfm]	0,02 0,04	0,02 0,03 0,04		
											Stellen und Verschrauben Außenwand	[Std/m ²]	0,04 0,06	0,06 0,09		
											Stellen und Verschrauben Innenwand	[Std/m ²]	0,02 0,03 0,04	0,05 0,06 0,07		
										Montage Außenwand komplett	[Std/m ²]	0,06 0,09 0,11	0,09 0,12 0,15			
										Montage Innenwand komplett	[Std/m ²]	0,06 0,07	0,09 0,10			
										Einbau Dämmung	[Std/m ²]	0,08 0,09	0,09 0,10 0,11			
										Wohnungstrennwand	[Std/m ²]	0,08 0,09	0,09 0,10 0,11			
										Montage Decke / Dach	Verlegen Deckenelemente	[Std/m ²]	0,02	0,03		
											Verschrauben Deckenelemente	[Std/lfm]	0,02 0,03	0,03 0,04		
											Montage Deckenelemente	[Std/m ²]	0,04 0,05	0,06		
											Verlegen Dachelemente	[Std/m ²]	0,01	0,02		
											Verschrauben Dachelemente	[Std/lfm]	0,02	0,03		
										Montage Unterzüge Unterkonstruktion BSH	Einrichten und Verschrauben Unterzüge	[Std/lfm]	0,02 0,03 0,05	0,04 0,05 0,08		
Einrichten und Verschrauben Unterkonstruktion Balkon BSH	[Std/lfm]	0,09 0,19 0,24	0,15 0,26 0,37													
Stellen / Verschrauben Treppen / Geländer	[Std/m ²]	0,18	0,32													
Montage Treppenaufgängen / Liftschacht	Stellen / Verschrauben Außenverkleidung Treppenaufgang	[Std/m ²]	0,15	0,21												
	Stellen / Verschrauben Liftschacht	[Std/m ²]	0,01	0,03												
Schutzmaßnahmen	Zu- und Abpannen BSP Elemente	[Std/m ²]	---	0,02												

Die nachfolgende Tabelle 5.6 gibt Auskunft über einen in Wien errichteten mehrgeschossigen Holzwohnbau, bei welchem unterschiedliche Formen von Holz-Beton-Verbunddecken eingesetzt und miteinander in der Herstellung verglichen wurden.

¹²⁸⁷ abgeleitet aus: PLOCIENNIK, D.: Analyse der Arbeitsprozesse im Holzbau mit speziellem Fokus auf die Aufwands- und Leistungswertmittlung. S. 1 ff

¹²⁸⁸ abgeleitet aus: EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertmittlung. S. 1 ff

Tabelle 5.6 Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 3 – TUG | iBBW 1289

Nr	Projekt	Zeitraum	Ort	Beobachter	Daten			Bausystem	Probanden	untersuchte Montagesituationen / Detailpunkte	Einheit	ermittelte Aufwandswerte (in Abhängigkeit der Geschoße bzw. Montagesituation)			Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung			
					schriftl.	Fotos	Videos					AW _{netto}	AW _{brutto}	gesamt					
4	4-geschossiger Holzwohnbau mit 4 Baukörpern	05.05. - 17.07.2015 Beobachtungsdauer gesamt 8 Tage	Wien-AT	Masterarbeit Alexander Leitenbauer	x	x	x	Holzrahmenbauwände + Holz-Beton-Verbunddecken im Vergleich	5 Arbeitskräfte inkl. Vorarbeiter (Holzbau) 3 Arbeitskräfte Bewehrung, 7 Arbeitskräfte Ortbeton	Montage BSP + Ortbeton	[Std/m ²]	Verlegen BSP-Deckenelement	----	0,025	Masterarbeit Alexander Leitenbauer "Kalkulatorischer Verfahrensvergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau"	TUG für MMK "Studie Holz-Beton-Verbunddecken XC* = Fertigteile im mehrgeschossigen Wohnbau"			
												Verschrauben BSP-Deckenelement	----	0,035					
												Verschrauben Stoßfuge	----	0,046					
												Nacharbeiten BSP-Deckenelement	----	0,103					
												Bewehrungsarbeiten	----	0,1					
												Betonierarbeiten	----	0,044					
												Gesamtherstellung Decken Rohbau BSP + Beton	----	0,353					
												Betrachtung / Vergleich Varianten	Montage XC*-Element als HBV-Fertigteil (BSP + Beton)	[Std/m ²]			Verlegen XC*-Fertigteildeckenelement	----	0,04
																	Verschrauben XC*-Fertigteildeckenelement	----	0,065
																	Nacharbeiten XC*	----	0,118
																	Fertigteildeckenelement	----	0,02
																	Fugenschüttung	----	0,243
																	Gesamtmontage HBV-Fertigteil	----	----
																	Betrachtung / Vergleich Bauzeit	----	----
												Betrachtung / Vergleich Transporte	----	----					
Betrachtung / Vergleich Arbeitskräfte	----	----																	

Die in einem produzierenden Holzbauunternehmen in Deutschland durchgeführte Arbeitsstudie liefert zahlreiche jedoch wiederum gesperrte produktionspezifische Aussagen und Kennzahlen sowie Aufwandswerte für Holzleichtbauelementen sowie verklebten Decken- und Dachelementen, welche in nachfolgender Tabelle 5.7 zusammengefasst sind.

Tabelle 5.7 Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 4 – TUG | iBBW 1290

Nr	Projekt	Zeitraum	Ort	Beobachter	Daten			Bausystem	Probanden	untersuchte Montagesituationen / Detailpunkte	Einheit	ermittelte Aufwandswerte (in Abhängigkeit der Geschoße bzw. Montagesituation)			Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung
					schriftl.	Fotos	Videos					AW _{netto}	AW _{brutto}	gesamt		
4	Holzbauunternehmen - Produktionsablauf und Vorfertigung	20.08. - 02.09.2015 (Projekt A) - Beobachtungsdauer gesamt 10 Tage & 14.10. - 23.10.2015 (Projekt B) - Beobachtungsdauer gesamt 8 Tage	Lohne-DE	Masterarbeit Florian de Monte	x	x	x	Holzrahmenelemente (Projekt A) & verklebte Hohlkastenelemente (Projekt B)	7 Arbeitskräfte in Produktion (Projekt A) & 4 + 3 Arbeitskräfte in Produktion (Projekt B)	Vorfertigung Projekt A	Zusammenbau Riegelwerk	[Std/m ²]	Sämtliche ermittelte Werte sind nicht öffentlich zugänglich, da die Masterarbeit seitens des beauftragenden Unternehmens gesperrt wurde	49	Masterarbeit Florian de Monte "Bestandsaufnahme der Arbeitsprozesse im Holz(rahmen)bau mit speziellem Fokus auf Vorfertigung, Analyse von Arbeitsabläufen und der Ermittlung von Aufwandswerten für die Kalkulation"	
											Einbau Stellbretter / Querbalken / Füllhölzer + Ausrichtung	[Std/m ²]				
											Befestigung Dampfbremse / innere Beplankung + Verspachtelung	[Std/m ²]				
											Befestigung Winkel	[Std/m ²]				
											Vorbereitung / Einbau Dämmstoffbahnen	[Std/m ²]				
											Fixierung / Abklebung äußere Beplankung	[Std/m ²]				
											Befestigung Unterkonstruktion	[Std/m ²]				
											Einbau Dichtung / Fenster / Glasleisten / Fensterfaschen	[Std/lfm]				
											Elementtransport Arbeitsstation / Verladung	[Std/m ²]				
											je Arbeitsstation 1 / 2 / 3 / 4	[Std/m ²]				
											Vorfertigung gesamt	[Std/m ²]				
										Vorfertigung Projekt B	Zusammenbau Riegelwerk	[Std/m ²]				
											Ausrichtung Rahmenelement	[Std/m ²]				
											Einbau Hebeschlaufen / Befestigung Winkel	[Std/m ²]				
											Fixierung obere Beplankung	[Std/m ²]				
											Pressvorbereitung untere Beplankungsebene	[Std/m ²]				
											Pressvorbereitung Riegelwerk	[Std/m ²]				
											Verklebung	[Std/m ²]				
											Schließen / Öffnen Presse	[Std/m ²]				
											Elementtransport Arbeitsstation / Verladung	[Std/m ²]				
											je Arbeitsstation 1 / 2 / 3 / 4	[Std/m ²]				
											Vorfertigung gesamt	[Std/m ²]				

1289 abgeleitet aus: LEITENBAUER, A.: Kalkulatorischer Verfahrensvergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau. S. 1 ff

1290 abgeleitet aus: DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigungstiefe. S. 1 ff

Unter spezieller Bezugnahme auf die Verbindungstechnik im mehrgeschossigen Brettsperrholzbau liefert die nachfolgende Tabelle 5.8 Aussagen über eine im Rahmen eines mehrgeschossigen Holzwohnbaus in Leoben durchgeführte Arbeitsstudie.

Tabelle 5.8 Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 5 – TUG | iBBW 1291

Nr	Projekt	Zeitraum	Ort	Beobachter	Daten			Bausystem	Probanden	untersuchte Montagesituationen / Detailpunkte	Einheit	ermittelte Aufwandswerte (in Abhängigkeit der Geschoße bzw. Montagesituation)			Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung	
					schriftl.	Fotos	Videos					AW _{netto}	AW _{brutto}	gesamt			
5	5-geschossiger Studentenwohnheim mit 4	08.03 - 14.03.2016	Leoben - AT	Masterprojekt Verena Kaiser	x	x	x	Verbindungstechnik Brettsperrholz (Baukörper B)	4 Arbeitskräfte für Verbindungstechnik	Einbau Verbindungstechnik - Schrauben	Verschraubung VS2 - 1.OG	[Std/lfm]	0,0328	0,0328	7	Masterprojekt Verena Kaiser "Baublaufanalyse der Verbindungstechnik im mehrgeschossigen Holzwohnbau mit speziellem Fokus auf die Aufwandsvermittlung"	3. Forum Holzbau trifft bauwirtschaft 2017 "Kalkulationsansätze für die Verbindungstechnik im Holzmassivbau"
											Verschraubung VS2 - 2.OG	[Std/lfm]	0,0314	0,0471			
										Einbau Verbindungstechnik - Winkel	Montage Winkelverbinder WHT 340	[Std/Stk]	0,1277	0,1492			
											Montage Winkelverbinder WHT 740 - 1.OG	[Std/Stk]	0,1441	0,1719			
											Montage Winkelverbinder WHT 740 - 2.OG	[Std/Stk]	0,1372	0,151			
											Montage Zuganker TCN 240	[Std/Stk]	0,1391	0,1644			
											Montage Zuganker TTN 240	[Std/Stk]	0,0251	0,0304			

Die nachfolgende Tabelle 5.9 fasst die Ergebnisse einer Arbeitsstudie in einem österreichischen Produktionsunternehmen für vorgefertigte Wandelemente aus Brettsperrholz zusammen.

Tabelle 5.9 Grunddaten und Ergebnisse Arbeitsstudie 6 – TUG | iBBW 1292

Nr	Projekt	Zeitraum	Ort	Beobachter	Daten			Bausystem	Probanden	untersuchte Montagesituationen / Detailpunkte	Einheit	ermittelte Aufwandswerte (in Abhängigkeit der Geschoße bzw. Montagesituation)			Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung
					schriftl.	Fotos	Videos					AW _{netto}	AW _{brutto}	gesamt		
6	6-geschossiger Holzwohnbau mit 4 Baukörpern	27.07 - 30.07.2015	Pichisdorf - AT	Masterprojekt Philipp Huter	x	x	x	Vorfertigungstiefe bei (Außen-)Wandelementen im Holzwohnbau	9 Arbeitskräfte auf 3 Arbeitsstationen	Vorfertigung BSP (Außen-)Wandelemente im Werk auf 3 Arbeitsstationen	Vorbereitung BSP	[Std/m ²]	in Bearbeitung	31	in Bearbeitung Masterprojekt Philipp Huter "Bauwirtschaft im mehrgeschossigen Holzwohnbau - Analyse unterschiedlicher Vorfertigungstiefen bei Wandsystemen"	
											Einmessen Lagepositionierung	[Std/m ²]				
Gerippe aufbringen	[Std/m ²]															
Einbringung Dämmung	[Std/m ²]															
Schraubpressverklebung	[Std/m ²]															
Aufbringen Windpapier	[Std/m ²]															
Fenstereinbau Teil 1	[Std/m ²]															
Einbau Lattung + Konterlattung	[Std/lfm]															
Windpapier für Fensterlaibung	[Std/m ²]															
Einbau Insektenschutz	[Std/m ²]															
Einbau Konterlattung	[Std/m ²]															
Aufbringen Schalung	[Std/m ²]															
Einbau Dampfbremse	[Std/m ²]															
Einbau Schalldämmmaterial - Sylodyn	[Std/m ²]															
Fenstereinbau Teil 2	[Std/m ²]															
Transport- und Baustellenvorbereitung	[Std/m ²]															
Einbau Jalousie	[Std/m ²]															
Transport zwischen Arbeitsstationen	[Std/m ²]															
Vorfertigung gesamt	[Std/m ²]															
8 Arbeitskräfte	Montage (Außen-)Wandelemente auf der Baustelle	Baustelleneinrichtung / Organisation	[Std/m ²]													
		Niveaueingleich EG	[Std/m ²]													
		Anbringung Montagewinkel	[Std/m ²]													
		Verstrebung für Wandmontage	[Std/m ²]													
		Einheben Außenwand	[Std/m ²]													
		Anbringung Auflager Betonanschluss	[Std/m ²]													
		Anschluss nächstes Wandelement	[Std/m ²]													
		Fertigstellung Fensterlaibung	[Std/m ²]													
		Abdichtung	[Std/m ²]													
		Anschlussherstellung Decke	[Std/m ²]													
Herstellung Schalung außen	[Std/m ²]															
Einbringung Dämmung	[Std/m ²]															

1291 abgeleitet aus: KAISER, V.: Baublaufanalyse der Verbindungstechnik im mehrgeschossigen Holzwohnbau mit speziellem Fokus auf die Aufwandsvermittlung. S. 1 ff

1292 abgeleitet aus: HUTER, P.: Bauwirtschaft im mehrgeschossigen Holzwohnbau – Analyse unterschiedlicher Vorfertigungstiefen bei Wandsystemen. S. 1 ff

Die in diesem Kapitel angeführten Ergebnisse zu ermittelten Aufwandswerten auf konkreten Baustellen bzw. in Produktionsprozessen bieten detaillierte Informationen über unterschiedliche Bausysteme, eingesetzte Materialien, Verbindungsmittel und die Konstellation von Baustellenmannschaften. Es zeigt sich, dass die ermittelten Werte zwar spezifisch für die jeweils betrachtete Situation sind, aber auch für künftige Kalkulationen als Eingangswerte durchaus in Betracht gezogen werden können. In diesem Fall sind jedoch die jeweiligen Randbedingungen detailliert zu betrachten, um die ermittelten Werte für die zu kalkulierende Leistung zu verifizieren und zu plausibilisieren. Ein Vergleich mit Werten vergangener Baustellen oder auch mit Werten einschlägiger Literatur ist in jedem Fall sinnvoll und zielführend.

5.4 Empirische Datenerhebung mittels Expertenbefragungen

Die Erhebung von validen Daten und Informationen zur Steuerung von Prozessen in einem Unternehmen bildet eine wesentliche Grundlage zur Bildung eines Bewertungssystems. Die damit verbundenen Herausforderungen sowie Erwartungshaltungen stellen die Beteiligten vor die Frage, in welchem Umfang bereits Daten vorhanden sind, inwieweit diese für die jeweils zu beurteilende Situation angewandt werden können und welche Daten zusätzlich zu den bestehenden erhoben werden müssen. Deshalb ist eine detaillierte Betrachtung mittels Bewertungskriterien von zu steuernden Prozessen notwendig, um einerseits vorhandene und andererseits fehlende Daten zu lokalisieren, sowie die zur Datengenerierung erforderlichen Schritte festzulegen. Dabei spielt der Grad an vorhandener Information eine wesentliche Rolle. Es bedarf in vielen Fällen der Ergänzung der momentanen Situation durch Aussagen von Personen, welche im speziellen Fachbereich erweiterte Kenntnisse vorweisen können bzw. in Prozesse involviert sind, die außerhalb des üblichen Rahmens liegen. Zur Beurteilung einer nicht alltäglichen Situation ist demnach eine Methodik zu wählen, welche anhand standardisierter, sich bei unterschiedlichen Befragungen wiederholender Fragen bedient sowie auch Personen in diese Befragung einbezieht, welche zur Beurteilung ausreichende Kenntnisse bzw. Erfahrungen im jeweiligen Thema vorweisen können.

Die eingeschränkte Verfügbarkeit von Daten und Informationen stellt in vielen Bereichen des Bauwesens eine Hürde dar, welche den Status-quo eines Themas lediglich bedingt abbilden und die zu erwartenden möglichen Erfolgspotenziale nicht erfassen kann. Demnach scheint es zielführend, allgemein zugängliche Daten im Holzbau (Vgl. Kap. 4.2) mit Befragungen zu detaillierten Themenfeldern zu erweitern, um deren Aussagekraft zu stärken. Die Ermittlung des derzeitigen Wissensstandes in einem Bereich sowie die Angabe der Betroffenen bzw. Beteiligten sind ein wesentlicher Ausgangspunkt zur Beurteilung der Situation und der aktuellen Erkenntnisse. Des Weiteren fasst vor allem die Bestimmung des Potenzials die derzeitige Situation zusammen, um daraus die Voraussetzungen für eine künftige Entwicklung ableiten zu können. Das damit verbundene Erfolgspotenzial gibt somit Auskunft über Tendenzen, welche bei detaillierter Betrachtung die bereits eingeleiteten Maßnahmen inkludieren, sowie auch die noch zu entwickelnden Punkte hervorheben.¹²⁹³ Zur Abgrenzung und Beurteilung der Einflussgrößen auf die Entwicklungen im Holzsystembau bedarf es demnach der Einbindung von Experten, welche die bestehenden Sachverhalte aufgrund ihrer Kenntnisse beurteilen und auch bewerten können.

¹²⁹³ Vgl. MECKMANN, F.: Nachhaltiges Bauen – Anforderungen und Handlungsempfehlungen für die Anwendung der Leistungsbilder der HOAI. S. 239

In diesem Kapitel werden mehrere Expertenbefragungen als Teil der Stufe 1 des empirischen Untersuchungsdesigns, welche im Zeitraum zwischen dem Jahr 2012 und 2017 am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz (iBBW) in unterschiedlichen Bereichen des Holzbaus durch den Verfasser initiiert und durch Studierende und Projektmitarbeiter durchgeführt wurden, dargestellt. Dabei werden die Ergebnisse zu den Einflussfaktoren zusammengefasst und als Grundlage für die weitere Betrachtungen im Rahmen einer breit angelegten Umfrage zum Thema *Planen und Bauen mit Holz* verwendet.

5.4.1 System, Methodik und Auswahl in der Expertenbefragung

Die Erhebung von Primärdaten zur Gliederung und Bewertung eines Themenfeldes ist anhand eines standardisierten Fragebogens möglich. Die dabei ermittelte Primärstatistik wird speziell aufgrund des Untersuchungszweckes erstellt, ist dadurch an die zu bewertende Situation angepasst und beinhaltet demnach aktuelle Daten. Diese Form der Analyse von eigens erhobenem Datenmaterial kann mittels schriftlicher oder mündlicher Befragung erfolgen. Zusätzlich sind aber auch Beobachtungen und Experimente für die Datengenerierung möglich.¹²⁹⁴

Im Rahmen der Untersuchung der Einflussgrößen im Holzbau wurde einerseits die Beobachtung, wie sie in Form von Arbeitsstudien durchgeführt wurde (Vgl. Kap. 5.3), und andererseits die schriftliche Befragung gewählt. Dabei gilt: *„Die Art der Datenermittlung, die Auswertung und Interpretation sind wesentliche Grundlagen für die Erfüllung der zentralen Gütekriterien einer empirischen Erhebung. Die Objektivität, die Reliabilität (Zuverlässigkeit) und die Validität (Gültigkeit) gelten dabei als maßgebende Kriterien für die Aussagekraft von Ergebnissen.“*¹²⁹⁵ Es ist daher wesentlich für die Erhebung von Daten, wie der Fragebogen aufgebaut ist, wie die Auswahl der Expertenzielgruppe erfolgt und wie die gewonnenen Daten ausgewertet werden.

Die empirische Datenerhebung anhand von Expertenbefragungen umfasst Problem- und Fragestellungen, welche die Ist-Zustände bzw. die Ist-Situation aus Sicht der befragten Experten nach einem standardisierten Schema abfragen, um daraus Erkenntnisse für künftige Handlungsfelder abzuleiten. Das persönlich oder telefonisch geführte Interview stellt neben dem standardisierten Fragebogen, welcher schriftlich auszufüllen ist, ebenso eine Methode der Primärdatenerhebung dar.¹²⁹⁶ Die Auswahl der

¹²⁹⁴ Vgl. HOLLAND, H.; SCHARNBACHER, K.: Grundlagen der Statistik – Datenerfassung und -darstellung Maßzahlen, Indexzahlen, Zeitreihenanalyse. S. 13

¹²⁹⁵ HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 93

¹²⁹⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 93

Methodik erfolgt anhand der Auswahl- und Bewertungskriterien, wie Anzahl der Fragen und Experten, der Streuung, der Lage, des Zeitraumes udgl. und lässt daraus auf die zu erwartenden Ergebnisse schließen.

Wesentlich in diesem Zusammenhang erscheint die Größe und Zuverlässigkeit der Stichprobe ebenso wie die Auswahl der Fragestellungen. Das von der befragten Person abgefragte Wissen in einem Gebiet bzw. zu einem Thema formt auch die Basis für die Einstufung als Experten. Sein begründetes Wissen oder aber auch die umfangreiche Erfahrung auf einem Gebiet qualifizieren ihn als solchen, da die Expertise zumeist aus langjähriger Tätigkeit oder auch Ausbildung resultiert und er daher die Quelle für Spezialwissen einer Gruppe repräsentiert, welche zur Einschätzung besonders in der Lage scheint. Die Aussagekraft der Ergebnisse hängt direkt mit der Auswahl der Experten zusammen, da diese nicht zufällig, sondern gezielt ausgewählt werden und sie in ihrer Funktion eine Situation am besten beurteilen können.

Daraus lässt sich ableiten, dass *„Experten sich als „Personen verstehen, die sich – ausgehend von einem spezifischen Praxis- oder Erfahrungswissen, das sich auf einen klar begrenzbaren Problembereich bezieht – die Möglichkeit geschaffen haben, mit ihren Deutungen das konkrete Handlungsfeld sinnhaft und handlungsleitend für Andere zu strukturieren.“*¹²⁹⁷ Es bedeutet somit, dass Experten über eine *„institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion der Wirklichkeit“*¹²⁹⁸ verfügen und demnach mit dessen Hilfe die strukturell bedeutsamen, aber auch sozialen Beziehungen erfassen können.

Der Wahl der Experten kommt dabei eine grundlegende Bedeutung zu, da diese in der Lage sein müssen, über die relevanten (befragten) Themen Informationen zu haben, diese präzise bewerten und auch weitergeben zu können. Das fachlich relevante Netzwerk bildet demnach eine begründete Basis für die Auswahl selbiger, da einerseits die Bereitschaft, andererseits die Verfügbarkeit gegeben sein muss.

Die in Kapitel 5.4.2 dargestellten Expertenbefragungen wurden unter Experten des Holzbaus durchgeführt, wobei an dieser Stelle in die Bereiche Planung, Ausführung und Wissenschaft auf erster Ebene und des Weiteren in Architektur, Tragwerksplanung sowie TGA-Planung, in produzierende und ausführende Holzbauunternehmen sowie Unternehmen des mineralischen Massivbaus und schlussendlich in Forschung und Entwicklung auf universitärer, außeruniversitärer sowie unternehmensspezifischer Ebene unterschieden wurde.

Das Ziel der durchgeführten Expertenbefragungen war es, die Grundlagen zu erfassen, welche auch teilweise bereits in der Literatur beschrieben sind, sowie vor allem technische und (bau-)wirtschaftliche sowie baube-

¹²⁹⁷ BOGNER, A.; LITTIG, B.; MENZ, W.: Interviews mit Experten – Eine praxisorientierte Einführung. S. 13

¹²⁹⁸ HITZLER, R.; HONER, A.; MAEDER, C.: Expertenwissen – Die institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit. S. 1 ff

triebliche Zusammenhänge zu Planung, Ausschreibung, Kalkulation, Fertigung, Baubetrieb, Geschäftsmodellen, Vertragskonstellationen sowie dem involvierten Personal zu generieren.

Derartige umfangreiche Situationsanalysen anhand empirischer Datenerhebungen bedürfen der Entwicklung standardisierter Fragebögen, welche die Auswertung singulärer Fragestellungen, aber auch jene von Fragenkombinationen zulassen. Die Erstellung von Fragebögen beinhaltet Formulierungen, welche den Anforderungen der empirischen Sozialforschung genügen müssen, um nach den semantisch-inhaltlichen, sprachlichen und psychologischen Grundregeln sämtliche Aspekte für eine einfache, eindeutige sowie klare Formulierung zuzulassen. Durch kurze und präzise Formulierungen muss die Eindeutigkeit der Frage gewährleistet sein, damit lediglich ein und nicht mehrere Aspekte gleichzeitig abgedeckt und damit Interpretationen zugelassen werden. Die Grundsätze der Neutralität, Klarheit, Eindeutigkeit und Einfachheit gelten in diesem Zusammenhang als oberste Prämisse im Zuge der Fragebogenerstellung.¹²⁹⁹

Der jeweilige Aufbau des Fragebogens gliederte sich mittels geschlossener Fragen in einen allgemeinen unternehmensspezifischen Teil sowie in einen themenspezifischen Teil, welcher abschließend auch einige wenige offene Fragen zumeist gegen Ende inkludierte. Eine detaillierte Aufgliederung der einzelnen Expertenbefragungen findet sich im nachfolgenden Kapitel 5.4.2.

Die Datenauswertung resultierte auf Basis statistischer Grundlagen, wobei grundsätzlich mittels beschreibender, also deskriptiver Statistik die Aufbereitung der aufgenommenen Daten erfolgte, um daraus Tabellen, Grafiken und statistische Maßzahlen errechnen zu können.¹³⁰⁰ Generell hat Statistik den Zweck, „aus einer großen Datenmenge durch geeignete Verfahren die Werte zu berechnen, die als Grundlage für die Entscheidungsfindung dienen.“¹³⁰¹ Diese systematische Aufbereitung und Filterung der wesentlichen Daten und Informationen, welche für Aussagen und Schlussfolgerungen herangezogen werden können, bedürfen statistischer Kennzahlen und Systeme, die anhand von Mittelwerten, Streuungsmaßen sowie Verhältniszahlen Ergebnisse liefern. Die Statistik bietet eine Entscheidungshilfe, welche durch Häufigkeitsverteilungen getätigter Aussagen zu einem bestimmten Fragenkomplex Kennzahlen liefert, die der weiteren Interpretation dienen und Aussagen zu bisherigen und künftigen Entwicklungen ermöglichen.¹³⁰²

¹²⁹⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 96

¹³⁰⁰ Vgl. HOLLAND, H.; SCHARNBACHER, K.: Grundlagen der Statistik – Datenerfassung und -darstellung Maßzahlen, Indexzahlen, Zeitreihenanalyse. S. 3

¹³⁰¹ HOLLAND, H.; SCHARNBACHER, K.: Grundlagen der Statistik – Datenerfassung und -darstellung Maßzahlen, Indexzahlen, Zeitreihenanalyse. S. 3

¹³⁰² Vgl. HOLLAND, H.; SCHARNBACHER, K.: Grundlagen der Statistik – Datenerfassung und -darstellung Maßzahlen, Indexzahlen, Zeitreihenanalyse. S. 21 ff

Wesentlich scheint in diesem Zusammenhang die laufende Plausibilisierung der erhobenen Daten anhand der Verteilung und Identifikation von Ausreißern. Die Streuung der gewonnenen Daten bildet auch die Basis für die weiteren Vergleiche mit anderen Sekundärstatistiken. Die Berechnung der statistischen Kenngrößen auf Basis der Angaben seitens der Experten erfolgt unter Zuhilfenahme explorativer Datenanalysen, also von Berechnungsmethoden zur Bildung des arithmetischen Mittelwertes, der Standardabweichung sowie in Abhängigkeit der gestellten Frage des Variationskoeffizienten, des Standardfehlers und des Medians im Falle von Boxplot-Auswertungen.¹³⁰³ Die baupraktische Anwendung der Expertenbefragung in Teilbereichen des Planens und Bauens mit dem Baustoff Holz ist dem nachstehenden Kapitel 5.4.2 zu entnehmen.

5.4.2 Empirische Datenerhebung und Ergebnisse der Expertenbefragungen im Holzbau

Die Sekundärliteratur im Holzbau ist in Bezug auf technische Entwicklungen ausgeprägt und umfangreich. Doch vor allem das Thema Baubetrieb und Bauwirtschaft im Holzbau als eine junge Disziplin im Forschungsbereich des Baustoffes Holz ist bis dato wenig beforscht und auch in Befragungen von Experten lediglich als Randthema integriert, allerdings wenig bis kaum zentrales Thema von empirischen Untersuchungen. Branchenspezifische Einflüsse, technische Entwicklungen und aktuelle Tendenzen der Holzbau-Branche erfordern jedoch ein verstärktes Maß an Kennzahlen zu Schlüsselfaktoren, welche wiederum eine umfangreichere Datenbasis voraussetzen, um als Entscheidungshilfe und Interpretationswerkzeuge zu dienen.

Daher wurden durch Studierende und Mitarbeiter des Instituts für Baubetrieb und Bauwirtschaft (iBBW) der TU Graz im Zeitraum von 2012 bis 2017 neun Expertenbefragungen zu unterschiedlichen Themenfeldern des Baubetriebs und der Bauwirtschaft mit speziellem Fokus auf den Holzbau vorgenommen und im Rahmen von Abschluss- und Projektarbeiten sowie Forschungsberichten publiziert. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse, Kernaussagen und Tendenzen werden an dieser Stelle veranschaulicht, um die auf der Stufe 2 gemäß dem Untersuchungsdesign breit angelegte Umfrage darauf aufsetzen zu können (Vgl. Kap. 5.6). Die Ergebnisse der einzelnen Expertenbefragungen sowie deren Interpretation sind den jeweiligen Veröffentlichungen (Vgl. Kap. 5.3.5 und 5.4.2) zu entnehmen.

Im Folgenden wird gezeigt, dass mit Hilfe der Expertenbefragungen der Fokus der Untersuchungen auf nachkommende Themen gelenkt wurde.

¹³⁰³ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 96 ff

Dabei listet Tabelle 5.10 die Angaben zu einer durchgeführten Expertenbefragung zu den Themen Unternehmensgliederung und Entwicklung im Holzbau in den Regionen der Steiermark auf.

Tabelle 5.10 Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 1 – TUG | iBBW 1304

Nr.	Themenbereich	Zeitraum	Umfrageart	Fragebogen statistisch		Durchführung Befragung	Daten-erfassung		Umfrageinhalt	Probanden	untersuchte Themenbereiche / befragte Detailpunkte		Fragen-anzahl		Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung
				angefragt	Rücklauf		schriftl.	persönl.			Gesamt	Beantwortet				
1	KMU-Landkarte Zimmereien Bezirk Liezen und Weiz	31.05. - 28.08.2012 Befragungszeitraum gesamt 90 Tage Experteninterviews	10	10	100%	Bachelorarbeit Christine Wehr	x	x	allgemeine Unternehmensfragen Markt / Systeme / Entwicklungen	10 ausführende Holzbauunternehmen 5 je Bezirk	allgemeine Unternehmensangaben Wirtschaftlicher Status quo und Ausblick	Mitarbeiteranzahl / Aufteilung Arbeiter / Lehrlinge je Bezirk und Vergleich	1	22	Bachelorarbeit Christine Wehr "KMU-Landkarte Zimmereien - vergleichende Betrachtung der steirischen Bezirke Liezen und Weiz"	
												Jahresumsatz je Bezirk und Vergleich	1			
												Aufteilung Arbeitsgebiete / Einsatzbereiche je Bezirk	2			
												Aufteilung Auftragsbeantanteile je Bezirk	1			
												Entwicklung des Holzbaus - Umsetzung / Technik	1			
												Einschätzung zukünftiges Potenzial - Gesamtaufattivitàt / Bauweisen	1			
												Baufattivitàt im Vergleich AT	1			
												Marktentwicklung heute / in 10 Jahren	2			
												Stellenwert Unternehmenskooperation	1			
												Beurteilung Institutionen / Förderstellen / Standesvertretungen / Plattformen	2			
												fördernde / hemmende Faktoren	1			
												Suche qualifiziertes Personal & Weiterbildungsbedarf	3			
												Maßnahmen Auftragsakquise / Vertrieb	2			
Einsatzbereiche / Anwendung Holzbau	1															
offene Fragen	3															

Tabelle 5.11 zeigt den Überblick über eine durchgeführte Expertenbefragung zur Internationalisierung des österreichischen Holzbaus.

Tabelle 5.11 Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 2 – TUG | iBBW 1305

Nr.	Themenbereich	Zeitraum	Umfrageart	Fragebogen statistisch		Durchführung Befragung	Daten-erfassung		Umfrageinhalt	Probanden	untersuchte Themenbereiche / befragte Detailpunkte		Fragen-anzahl		Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung
				angefragt	Rücklauf		schriftl.	persönl.			Gesamt	Beantwortet				
2	Internationalisierung des österreichischen Holzbaus	11.07. - 28.09.2013 Befragungszeitraum gesamt 78 Tage Expertenbefragung	13	8	62%	Masterprojekt Roswitha Marius	x	x	allgem. Unternehmensfragen Auslandstätigkeit Probleme, Hindernisse Entwicklung, Potenziale	13 Holzbauunternehmen tätig in Planung, Ausführung bzw. Handel	allgemeine Unternehmensangaben Probleme/Hindernisse Auslandstätigkeit Potenziale	Tätigkeitsbereich / Aufteilung Ausführung (Bau) / Handel / Planung (know how)	2	27	Masterprojekt Roswitha Marius "Internationalisierung des österreichischen Holzbaus - eine Erhebung des Status-quo"	
												Standorte / Produktsortiment	2			
												Exportquote / exportierte Bauweisen	2			
												Vertriebsysteme	1			
												Auslandstätigkeit - Länderaufteilung	1			
												Gründe / Entscheidungsgrundlage	1			
												Markteintrittsstrategie	1			
												Tätigkeiten / Rechtsform	1			
												Probleme, Schwierigkeiten / Hemmschwellen / Hindernisse	1			
												Steuersituation / Währung	1			
												Versicherungssituation / Vertragssituation	1			
												Potenzial allgemein / Entwicklung	1			
												Potenzial von Märkten / Produkten / Bauweisen	1			
												offene Fragen	1			

In Tabelle 5.12 wird eine durchgeführte Expertenbefragung zur Wirtschaftlichkeit von Holz-Beton-Verbunddecken dargestellt.

1304 abgeleitet aus: MEHRL, C.: KMU-Landkarte Zimmereien – vergleichende Betrachtung der steirischen Bezirke Liezen und Weiz. S. 1 ff

1305 abgeleitet aus: MARIUS, R.: Internationalisierung des österreichischen Holzbaus – eine Erhebung des Status-quo. S. 1 ff

Tabelle 5.12 Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 3 – TUG | iBBW 1306

Nr.	Themenbereich	Zeitraum	Umfrageart	Fragebogenstatistik		Durchführung Befragung	Datenerfassung		Umfrageinhalt	Probanden	untersuchte Themenbereiche / befragte Detailpunkte		Fragenanzahl		Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung	
				angefragt	Rückmeldung		schriftl. telefon. persönl.	gesamt			gesamt						
3	Wirtschaftlichkeit Holz-Beton-Verbunddecken	12.06. – 27.07.2013 Befragungszeitraum gesamt 45 Tage Expertenbefragung	10	10	100%	Masterarbeit Stefan Hölzl	X	X	HBV-Deckensysteme Herstellungsvarianten Kosten & Bauzeit Entscheidungskriterien	3 Personen I&E, 3 ausführende Unternehmen, 4 Planer	Entwicklungen	Kosten- und Nachbauteilezeit	Arten von HBV-Decken	1	15	Masterarbeit Stefan Hölzl "Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken"	1. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2014 "Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken"
													Wirtschaftlichkeit HBV-Deckensysteme	2			
													Verbindungs mittel -systeme bei HBV-Decken	1			
													Herstellungsvarianten / Systemanbieter	2			
													Kosteneinschätzung HBV-Deckensysteme und Herstellungsvarianten	1			
													Bauzeitunterschiede HBV-Deckensysteme und Herstellungsvarianten	1			
													Entscheidungskriterien	1			
													Vor- / Nachteile, Akzeptanz	2			
													künftige Entwicklung	1			
													Chancen / Entwicklungspotenzial	1			
													Forschungs- und Entwicklungsbedarf	1			
													offene Fragen	1			

In der nachfolgenden Tabelle 5.13 ist die durchgeführte Expertenbefragung zum Vergleich der Elementbauweise zur Modulbauweise zusammengefasst.

Tabelle 5.13 Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 4 – TUG | iBBW 1307

Nr.	Themenbereich	Zeitraum	Umfrageart	Fragebogenstatistik		Durchführung Befragung	Datenerfassung		Umfrageinhalt	Probanden	untersuchte Themenbereiche / befragte Detailpunkte		Fragenanzahl		Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung	
				angefragt	Rückmeldung		schriftl. telefon. persönl.	gesamt			gesamt						
4	Elementbauweise vs. Modulbauweise	11.07. – 02.09.2013 Befragungszeitraum gesamt 53 Tage Expertenbefragung	27	9	33%	Bachelorarbeit Ivan Vidovic	X	X	Holz-Elementbauweise Holz-Modulbauweise	1 Person I&E, 6 ausführende Unternehmen, 2 Planer	allgemeine Fragen	Holz-Modulbau	Entwicklung Holzbau allgemein	2	19	Bachelorarbeit Ivan Vidovic "Elementbauweise vs. Modulbauweise im Holzbau – eine baubetriebliche Betrachtung"	
													Potenzial Anwendungsbereiche Holzbau allgemein	1			
													Substitutionsmöglichkeiten von Bauweisen / -systemen	1			
													Kosteneinschätzung	1			
													Entwicklung / Wachstum Holz-Modulbau	2			
													Potenzial Anwendungsbereiche Holz-Modulbau	1			
													Einschätzung Aspekte Holz-Modulbau	1			
													Vor- / Nachteile - technisch/wirtschaftlich Holz-Modulbau	2			
													Substitutionsmöglichkeiten von Bauweisen / -systemen durch Holz-Modulbau	1			
													Entwicklung / Wachstum Holz-Elementbau	2			
													Potenzial Anwendungsbereiche Holz-Elementbau	1			
													Einschätzung Aspekte Holz-Elementbau	1			
													Vor- / Nachteile - technisch/wirtschaftlich Holz-Elementbau	2			
Substitutionsmöglichkeiten von Bauweisen / -systemen durch Holz-Elementbau	1																

Die Tabelle 5.14 gibt einen Überblick über eine durchgeführte Expertenbefragung zu Kennzeichen und Aspekten des Industriellen Holzbaus.

¹³⁰⁶ abgeleitet aus: HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. S. 1 ff

¹³⁰⁷ abgeleitet aus: VIDOVIC, I.: Elementbauweise vs. Modulbauweise – eine baubetriebliche Betrachtung. S. 1 ff

Tabelle 5.14 Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 5 – TUG | iBBW 1308

Nr	Themenbereich	Zeitraum	Fragebogen statistik		Durchführung Befragung	Daten-erfassung		Umfrageinhalt	Probanden	untersuchte Themenbereiche / befragte Detailpunkte	Fragen-anzahl		Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung
			angefragt	Rückmeldung		schriftl. telefon. persönl.	gesamt							
5	Industrielles Bauen mit Holz	24.11.2014 – 28.01.2015 Befragungszeitraum gesamt 65 Tage Expertenbefragung	39	28	72%		X X	Masterarbeit Katharina Hintersteiner	3 Personen f&E, 7 ausführende Unternehmen, 9 Planer, 9 Auftraggeber	allgem. Unter-nehmensangaben Bauweisen Tätigkeitsbereich Gründe Holzbau Tätigkeitsbereich Industrieller Holzbau Potenzial Vorfertigung Schwierigkeiten / Risiken Vorfertigung Assoziation Industrieller Holzbau Vorteile Industrieller Holzbau Potenzial Abwicklung Industrieller Holzbau Kostensituation Industrieller Bauweisen Adaptierbarkeit Potenzial Industrieller Holzbau Qualifikation & Weiterbildung (Markt-)Entwicklung Vorfertigung Vergleichende Einschätzung zu anderen Bauweisen Offene Fragen	23	Masterarbeit Katharina Hintersteiner "Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens - Anwendbarkeit im Holzbau"	Bauaktuell 3/2015 "Industrielles Bauen mit Holz" EURO-MED-SEC 1 2016 "Industrialized timber construction - construction management aspects and influences in modular timber building systems" 2. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2015 "Industrielles Bauen mit Holz - baubetriebliche	

In Tabelle 5.15 wird ein Überblick über eine durchgeführte Expertenbefragung zu den bauwirtschaftlichen Kriterien der Verbindungstechnik im Holzmassivbau gegeben.

Tabelle 5.15 Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 6 – TUG | iBBW 1309

Nr	Themenbereich	Zeitraum	Fragebogen statistik		Durchführung Befragung	Daten-erfassung		Umfrageinhalt	Probanden	untersuchte Themenbereiche / befragte Detailpunkte	Fragen-anzahl		Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung
			angefragt	Rückmeldung		schriftl. telefon. persönl.	gesamt							
6	Verbindungstechnik im Holzmassivbau	19.06. – 20.07.2016 Befragungszeitraum gesamt 31 Tage Expertenbefragung	140	95	25%		X X	Masterprojekt Philipp Huter	21 Holzbau Statiker, 8 ausführende Unternehmen in/and 6 ausführende Unternehmen Ausland	bauwirtschaftliche Grundfragen Einsatzhäufigkeit - Wirtschaftlichkeit - Montagefreundlichkeit bei Wand-Decken-Anschlüssen Einsatzhäufigkeit - Wirtschaftlichkeit - Montagefreundlichkeit bei Wand-Decken-Wand-Anschlüssen Einsatzhäufigkeit - Wirtschaftlichkeit - Montagefreundlichkeit bei Decken-Decken-Anschlüssen Detaildarstellung, Ausführbarkeit Detailschluss, VM-Hersteller, VM-Typ, VM-Durchmesser/Länge, VM-Neigungswinkel, VM-Kopfform, Anschlusspezifika, VM-Abstand in Abhängigkeit der Geschossigkeit Wand-Decken-Anschlüssen Detaildarstellung, Ausführbarkeit Detailschluss, VM-Hersteller, VM-Typ, VM-Durchmesser/Länge, VM-Neigungswinkel, VM-Kopfform, Anschlusspezifika, VM-Abstand in Abhängigkeit der Geschossigkeit bei Wand-Decken-Wand-Anschlüssen Detaildarstellung, Ausführbarkeit Detailschluss, VM-Hersteller, VM-Typ, VM-Durchmesser/Länge, VM-Neigungswinkel, VM-Kopfform, Anschlusspezifika, VM-Abstand in Abhängigkeit der Geschossigkeit bei Decken-Decken-Anschlüssen	21	Masterprojekt Philipp Huter "Verbindungstechnik im Holzmassivbau - eine Erhebung des Status quo unter Einbeziehung bauwirtschaftlicher Aspekte"	Projektbericht UTC (Langfassung Teil iBBW) "Projekt Unified timber connections (UTC) Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau" WCTE 2018 "Unified timber connections (UTC) - construction management aspects within standardisation of connection systems in timber construction"	

Tabelle 5.16 zeigt eine durchgeführte Expertenbefragung zur Bauverfahrens- und Gerätetechnik im Holzbau.

1308 abgeleitet aus: HINTERSTEINER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. S. 1 ff

1309 abgeleitet aus: HUTER, P.: Verbindungstechnik im Holzmassivbau – eine Erhebung des Status quo unter Einbeziehung bauwirtschaftlicher Aspekte. S. 1 ff

Tabelle 5.18 Grunddaten und Ergebnisse Expertenbefragung 9 – TUG | iBBW ¹³¹²

Nr.	Themenbereich	Zeitraum	Umfraeger	Fragebogen statistik	Durchführung Befragung	Daten-erfassung	Umfraegerinhalt	Probanden	untersuchte Themenbereiche / befragte Detailpunkte	Fragen-anzahl		Referenz	weiterführende Literatur / Veröffentlichung												
										angefragt	Rückmeldung			Rücklauf	schriftl.	telefon.	persönl.	Besamt							
10	Planungsaspekte Bildungsbauten aus Holz	28.07. - 14.11.2017	Befragungszeitraum gesamt 32 Tage Expertenbefragung	84	43	51%	Masterarbeit Christoph Wagner	x	x	.	43	Masterarbeit Christoph Wagner (aufend) "Betrachtung von Planungsaspekten anhand von Bildungsbauten aus Holz in den österreichischen Regionen"													
														Entwicklungs- & Schulbauten aus Holz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
														Material- & Planung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
														Kosten- & Termine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
														Materialwahl im Bauablauf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
														Organisation - Einfluss auf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
														allgem. Unternehmungsangaben	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
														Tätigkeitsbereich	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
														Spezialisierung & Weiterbildung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
														Informationsgenerierung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Die in diesem Abschnitt dargestellten Expertenbefragungen bilden die im Rahmen der Stufe 1 des empirischen Untersuchungsdesigns notwendige Basis, um aus einem Fragenpool jene Bereiche filtern zu können. Diese lassen im Zuge der übergeordneten Umfrage auf Stufe 2 die grundsätzlichen Einflussgrößen und Parameter ableiten. Demnach tragen die vorgestellten Themenbereiche und Fragenkomplexe wesentlich zur Filterung maßgeblicher Kriterien in der Ermittlung der Prozess- und Einflussfaktoren bei, um die Kriterien der Umfrage unter Experten festzulegen und gewichten zu können.

¹³¹² abgeleitet aus: WAGNER, C.: Betrachtung von Planungsaspekten anhand von Bildungsbauten aus Holz in den österreichischen Regionen. S. 1 ff

5.5 Empirische Datenerhebung mittels Umfrage – Planen und Bauen mit Holz

Die Erhebung von Daten zu baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themenfeldern bildet die Basis für die darauf aufbauende Potenzialdarstellung sowie die Ableitung eines Modells für den künftigen Einsatz im Industriellen Holzbau. Dabei ist vor allem eine Einschätzung von Experten aufgrund fehlender allgemein gültiger Literatur im Themenbereich Holzbau und Bauwirtschaft notwendig, um durch Rückschlüsse auf Aussagen von Experten die Prozessketten und deren Optimierung ausrichten zu können.

Im Zuge der in Kap. 5.3 erläuterten Ergebnisse zu den getätigten Arbeitsstudien und den in Kap. 5.4 dargestellten Expertenbefragungen zu einzelnen Themenfeldern des Holzbaus wird ersichtlich, dass die einzelnen Prozessfaktoren (Vgl. Kap. 5.2), welche zur detaillierten Beschreibung des Gesamtprozessablaufes im Holzsystembau notwendig sind, wesentliche Einflussgrößen im Bauprozessmanagement des Industriellen Holzbaus sind. Durch die allgemein gültigen baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Grundlagen des Holzbaus im Speziellen, sowie des Bauprozessmanagements im Allgemeinen ist es demnach erforderlich, aufgrund einer auf Stufe 2 des Untersuchungsdesigns breit angelegten, zahlreiche Themenfelder des Holzbaus umfassenden Umfrage unter Experten die Aussagen aus den auf Stufe 1 durchgeführten Expertenbefragungen und den *REFA-Analysen* sowie der Literatur neuerlich zu überprüfen und zu evaluieren, um daraus die Kernaussagen abzuleiten. Die dadurch mögliche Potenzialdarstellung lässt eine Ableitung eines Bauprozessmodells zu, welches den Holzbau in seiner bauwirtschaftlichen Gesamtheit aufgrund technischer und marktspezifischer Rahmenbedingungen erfasst und die entscheidenden Prozessfaktoren in ihren jeweiligen Einflussgrößen darstellt.

5.5.1 Grundlagen und Ziel der Umfrage

Die in diesem Abschnitt dargestellte empirische Untersuchung umfasst eine Umfrage, welche anhand eines standardisierten Fragebogens die derzeitige Situation des Planens und Bauens mit Holz erfasst. Dabei wird aufbauend aus der Analyse der Primärliteratur, einzelner Sekundärstatistiken, den dargestellten Expertenbefragungen sowie den Ergebnissen aus den Arbeitsstudien eine unterschiedliche Themenbereiche umfassende Umfrage unter Experten durchgeführt, um die derzeitige Situation umfassend zu erheben. Durch die dabei gewonnenen Ergebnisse und abgeleiteten Erkenntnisse werden die Voraussetzungen geschaffen, das Potenzial einzelner Prozessfaktoren, deren Größe und Optimierungsfähigkeit zu filtern und in Form eines modellhaften Ansatzes neue Systemkomponenten zu gestalten.

Daher ist es das Ziel der Umfrage, einerseits sämtliche den Holzbau bzw. dessen baubetriebliche und bauwirtschaftliche Abläufe umfassende Kenngrößen und Schlüsselfaktoren zu erheben, und andererseits die aus anderen Befragungen bzw. der Literatur gewonnenen Erkenntnisse zu überprüfen und zusammenzuführen. Die Einflüsse einzelner Themenfelder konnten durch unterschiedliche Befragungen von Experten eruiert und bestätigt bzw. widerlegt werden. Es gilt jedoch, diese Angaben auf eine breitere Basis zu stellen, um die eingeschränkte Menge an vorliegenden Daten in den Themenfeldern zu stärken.

Diese übergeordnete Umfrage umfasst demnach eine Erhebung des Wissensstandes der Befragten in den Themenbereichen Markt, Planung, Baubetrieb, Industrielles Bauen, Ausschreibung, Kosten, Kalkulation, Bauvertragswesen und Geschäftsmodelle sowie Personal jeweils mit Bezug zum Holzbau. Die Bedeutung für die Marktteilnehmer sowie die Ermittlung des Potenzials einzelner Größen können die Voraussetzungen schaffen, die Erfolgspotenziale zu erkennen und durch Fokussierung bzw. gezielte Förderung die Entwicklung voranzutreiben.

Durch den Mangel an Primärdaten und der Entwicklungsdynamik in einzelnen Feldern ist eine übergeordnete Umfrage zur Erfassung des Status quo erforderlich. Die dabei gewonnenen primärstatistischen Daten werden durch die direkte und indirekte Beteiligung sämtlicher am Planen und Bauen beteiligter Akteure generiert. Die so definierte Grundgesamtheit im Rahmen der Untersuchung umfasst eine Personengruppe, welche in unterschiedlicher Form mit der Umsetzung von Holzbauten bzw. deren Entwicklung tätig ist. Wesentlich scheint in diesem Zusammenhang eine Grundgesamtheit, welche sich aus Planern, Ausführenden, Auftraggebern sowie Vertretern von Forschungseinrichtungen zusammensetzt.

5.5.2 Auswahl der Befragten

Das Ziel, eine möglichst große Anzahl von Experten (Vgl. 5.4.1) des Holzbaus im Rahmen der Datenerhebung zu erreichen und aufgrund ihrer Teilnahme eine repräsentative Studie zum Thema Planen und Bauen mit Holz erstellen zu können, ist durch den Einsatz einer schriftlichen Befragung anhand eines standardisierten Fragenbogens möglich. Durch die am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft im Arbeitsbereich Holzbau und Bauwirtschaft im Zeitraum zwischen 2012 und 2017 durchgeführten Expertenbefragungen, Arbeitsstudien, bauwirtschaftlichen Analysen für externe Unternehmen sowie national geförderten Forschungsprojekte zu einzelnen Themen konnte eine umfassende Adressdatenbank erstellt werden, welche rund 2.000 Experten aus dem Überschneidungsbereich Holzbau und Bauwirtschaft (iBBW) umfasst. Vor allem durch die Durchführung der am iBBW neu etablierten Veranstaltungsreihe *Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft* im Jahr 2014, 2015 sowie 2017 zu aktuellen Forschungsprojekten und Untersuchungen im Themenfeld Holzbau und Bauwirtschaft

konnte diese Adressdatenbank wesentlich erweitert und mit Experten unterschiedlicher Verantwortungsebenen ergänzt werden. Dieser Stichprobenumfang umfasst länderspezifisch für Österreich, Deutschland, der Schweiz und Italien (Südtirol) einen großen Personenkreis. Ergänzend hierzu ist auch ein sehr kleiner Kreis von Experten aus Großbritannien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Schweden und Slowenien Teil der Datenbank. Dieser kleine Anteil ausländischen Experten ergibt sich hauptsächlich aufgrund der in deutscher Sprache verfassten Untersuchungen bzw. der deutschsprachigen Veranstaltungsreihe.

Die nachfolgende Tabelle 5.19 gibt einen Überblick über die Anzahl an Experten unterschiedlicher Länder, welche im Rahmen der Umfrage kontaktiert wurden.

Tabelle 5.19 Kontaktierte Experten im Rahmen der Umfrage

Länder	Anzahl kontaktierte Experten	
Österreich	1644	82,3%
Deutschland	265	13,3%
Schweiz	61	3,1%
Italien	18	0,9%
Großbritannien	3	0,2%
Luxemburg	1	0,1%
Niederlande	1	0,1%
Norwegen	1	0,1%
Schweden	1	0,1%
Slowenien	3	0,2%
Gesamt	1998	Personen

Es zeigt sich, dass 82,3 % der kontaktierten Experten aus Österreich, 13,3 % aus Deutschland, 3,1 % aus der Schweiz und die verbleibenden 4,5 % aus den übrigen Ländern stammen.

Um eine nachvollziehbare Basis an Primärdaten zu erhalten, wurde dieser umfassende Kreis von Experten kontaktiert. Die Zuordnung der befragten Experten erfolgte dabei in den vier Gruppen Planung, Ausführung, Auftraggeber und Andere mit vier gefilterten Fragebögen.

- Die Gruppe Planung umfasst dabei Architekten, Tragwerksplaner, planende Baumeister und Holzbaumeister sowie spezialisierte Fachplaner ebenso wie den Bereich der Projektentwicklung und -steuerung und der örtlichen Bauaufsicht (ÖBA).
- Die Ausführungsgruppe beinhaltet ausführende Baumeister und Holzbaumeister sowie Generalunternehmer und sämtliche Ausbaugeswerke, die Zulieferindustrie und (Baustoff-)Produzenten.
- Die Gruppe Auftraggeber schließt private und öffentliche AG, Bauträger und Investoren ein.

- Die Gruppe Andere beinhaltet Personen der Wissenschaft und Forschung, externe Berater, Lehrende, rechtliche Vertreter, Medien und Standesvertreter sowie Mitarbeiter von Behörden.

Des Weiteren haben sich die kontaktierten Experten innerhalb der genannten Gruppen den folgenden vier Ebenen zugeordnet:

- Führungsebene (Geschäftsführung, Abteilungsleitung, Direktionsleitung, Bereichsleitung, Vertriebsleitung)
- Bereichsebene (Arbeitsgruppenleitung, Produktionsleitung, Montageleitung, Oberbauleitung, Projektleitung, Bauleitung)
- Projektebene (Bautechniker, Bauzeichner, Kalkulation, kaufmännische Durchführung, Arbeitsvorbereitung)
- Ausführungsebene (Polier, Hilfspolier, Vorarbeiter, Fach- und Hilfsarbeiter, Lehrling)

Dieser Stichprobenumfang erlaubt es, eine ausgewogene Verteilung entsprechend den Tätigkeiten und Verantwortlichkeiten in der Befragung zu generieren.

5.5.3 Standardisierter Fragebogen

Die Entwicklung des Fragebogens baut auf den Grundlagen gemäß Kap. 5.4.1 auf und ergänzt diese mit den aus der Literatur gewonnenen Erkenntnissen und daraus ableitbaren Merkmalen. Aufgrund des Stichprobenumfangs und der verfügbaren Kontaktlisten wurde die Methode einer Online-Befragung gewählt, um einerseits einen großen Kreis an Merkmalsträgern des Untersuchungsgegenstandes per E-Mail zu erreichen und andererseits die Auswertung standardisiert vornehmen zu können.

Die Auswahl der Fragen erfolgte schrittweise aufbauend auf den durchgeführten Expertenbefragungen gemäß Kap. 5.4.2, den aus der einschlägigen Literatur gewonnenen Erkenntnissen, den Fragen, welche sich während der Arbeitsstudien ergaben (Vgl. Kap. 5.3.5), den Fragestellungen aus einzelnen Forschungsprojekten sowie den theoretischen und vergleichenden Betrachtungen innerhalb von Forschungsarbeiten. Das empirische Untersuchungsdesign gestaltet sich demnach aufbauend auf der in Kap. 5.1 dargestellten Vorgehensweise gemäß folgendem Bild 5.10.

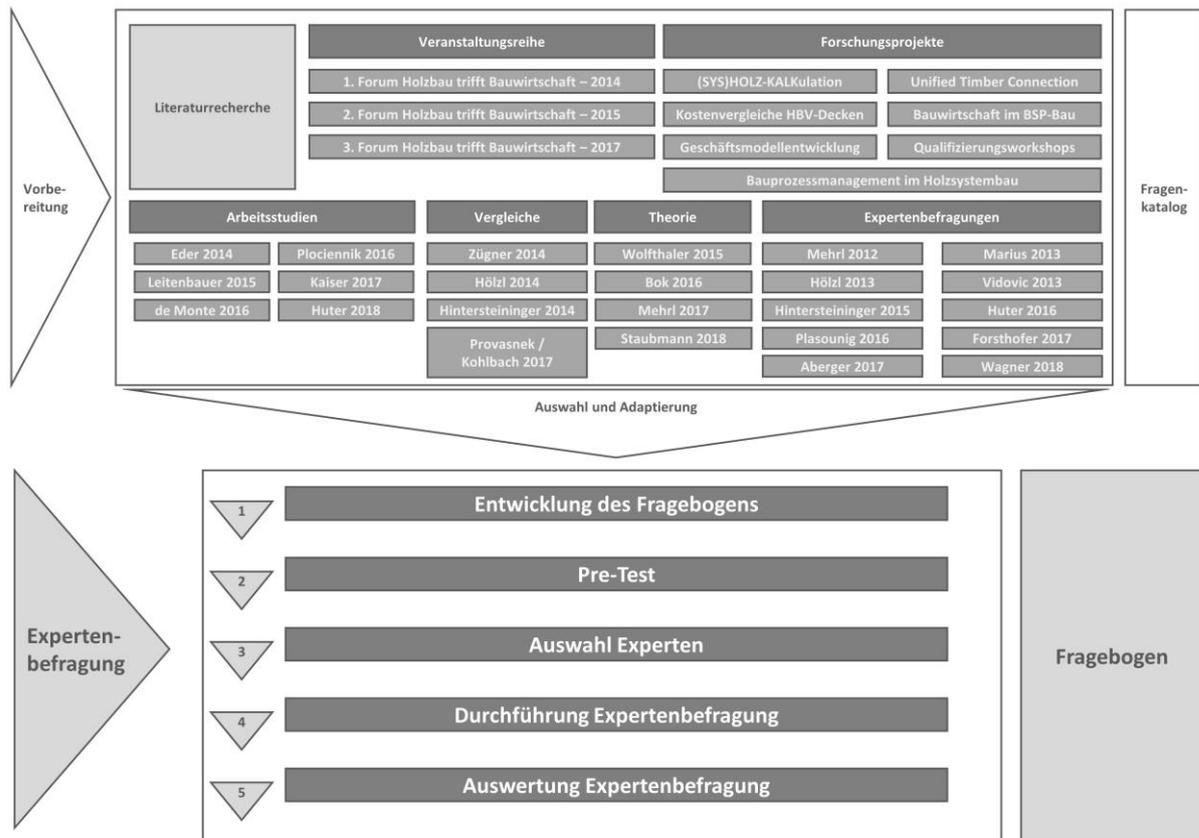


Bild 5.10 Empirisches Untersuchungsdesign

Der sich daraus ergebende große Fragenpool, welcher sich aus unterschiedlichen Bereichen und Quellen zusammensetzt und durch diesen Umfang einer erheblichen Reduktion bedurfte, mündete in einem Fragebogen mit acht Themenkapiteln. Diese beinhalten jeweils eine unterschiedliche Anzahl an Fragen, wobei im Zuge einer iterativen Bearbeitung eine stetige Reduktion des Umfangs vorgenommen wurde.

Nach einer 4-monatigen Entwicklungszeit des Fragebogens bis Mitte Oktober 2017 wurden auf Basis von 164 erstellten Fragen erste Pre-Tests in den vier unterschiedlichen Kategorien auf oberster Ebene (Führungsebene) durchgeführt. Durch die Rückmeldungen der Probanden zum großen Umfang bzw. Inhalt des gesamten Fragebogens wurde eine nochmalige Reduktion des Fragenkatalogs sowie eine Filterung nach vier Gruppen vorgenommen, wobei einzelne Fragen bzw. Teilbereiche teils stark reduziert bzw. gänzlich entfernt wurden. Dadurch konnte die Anzahl auf 103 Fragen reduziert werden.

Das nachfolgende Bild 5.11 zeigt eine Übersicht über die einzelnen Themengebiete sowie die Gesamtanzahl der darin geplanten und gestellten Fragen über alle Ebenen und Verantwortungsbereiche.

Nr	Hauptthemenfeld	Fragekategorien	ursprünglich geplante Fragenanzahl		Anzahl gestellter Fragen	gesamt
1	Fragen zur Person / zum Unternehmen	1.1 Kategorisierung / Position / Tätigkeit im Unternehmen	7	23	7	16
		1.2 Berufserfahrung / Ausbildung	4		4	
		1.3 Unternehmen	12		5	
2	Markt im Holzbau	2.1 Motivation, vergangene und künftige Entwicklung im Holzbau	4	8	4	7
		2.2 Vor- und Nachteile Holzbau	4		3	
3	Planung im Holz-bau	3.1 Allgemeiner Planungsprozess im Holzbau	23	37	0	0
		3.2 BIM im Holzbau	14		0	
4	Baubetrieb im Holzbau	4.1 Allgemeiner Baubetrieb im Holzbau	1	26	1	13
		4.2 Arbeitsvorbereitung im Holzbau	4		4	
		4.3 (Bau)Logistik im Holzbau	5		0	
		4.4 Montagetechnik im Holzbau	7		6	
		4.5 Gerätetechnik im Holzbau	9		2	
5	Industrielles Bauen Vorfertigung im Holzbau	5.1 Bausysteme, Anwendungsbereiche und Fertigungsstufen	6	32	6	31
		5.2 Eignung und Kosten industrieller Holzbau	8		8	
		5.3 Entwicklung industrieller Holzbau	12		11	
		5.4 Hemmnisse industrieller Holzbau	3		3	
		5.5 Vorfertigungsgrad im industriellen Holzbau	3		3	
6	Ausschreibung, Kosten und Kalkulation im Holzbau	6.1 Ausschreibung und Vergabe im Holzbau	7	18	7	18
		6.2 Kosten im Holzbau	5		5	
		6.3 Kalkulation im Holzbau	6		6	
7	Bauvertragswesen Geschäftsmodelle	7.1 Bauvertragswesen im Holzbau allgemein	6	10	4	8
		7.2 Geschäftsmodelle im Holzbau	4		4	
8	Personal	8 Personal im Holzbau	7	7	7	7
9	offene Fragen	offene Fragen	3	3	3	3
gesamt			164			103

Bild 5.11 Kategorisierung der Fragen – Fragenkatalog Umfrage

Durch den großen Umfang des Fragenpools wurde des Weiteren eine Untergliederung der Fragen bzw. eine Zuordnung zu den vier Ebenen – Führungs-, Bereichs-, Projekt- und Ausführungsebene – der Befragten vorgenommen. Dies wurde notwendig, da die Fragen eine sehr breite Palette an Themenfeldern abdecken sowie aufgrund der Spezifika in Teilbereichen Spezialwissen seitens der Experten erforderten. Zusätzlich wurde es dadurch möglich, nochmals die Anzahl der Fragen je Gruppe erheblich zu reduzieren und dennoch einen ausreichenden Stichprobenumfang je Gruppe bzw. auch je Frage zu erhalten.

Zur Zuordnung der Probanden zu den einzelnen Gruppen bzw. Ebenen wurde zu Beginn des standardisierten Fragebogens eine Frage zur beruflichen Tätigkeit gemäß den genannten Kategorien sowie zur jeweiligen Position gestellt. Diese im nachfolgendem Bild 5.12 dargestellte Zuordnung erlaubt eine Einteilung in vier Kategorien mit vier Ebenen.

1.1.1 Ordnen Sie Ihre derzeitige berufliche Tätigkeit einer der vier nachfolgenden Kategorien zu, in der Sie überwiegend tätig sind.

A) Planung

- 1) Architekt
- 2) Tragwerksplaner
- 3) planender Holzbaumeister / Zimmermeister
- 4) planender Baumeister
- 5) weitere Fachplaner (HKLS / TGA, Bauphysik,...)
- 6) Generalplaner / planender Bauingenieur
- 7) Projektentwicklung
- 8) Projektsteuerung
- 9) begleitende Kontrolle / ÖBA (im Namen des Bauherrn)
- 10) Sonstiges _____

B) Ausführung

- 1) ausführender Baumeister (Bauhauptgewerbe – KMU)
- 2) ausführender Holzbaumeister / Zimmermeister (Baunebengewerbe – KMU)
- 3) klassischer Generalunternehmer im mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel)
- 4) Ausbaugewerke (Trockenbau, Fenster / Türen, HKLS / TGA, Böden,...)
- 5) (Baustoff) Produzent
- 6) Baustoffzulieferer / Handel
- 7) Sonstiges _____

C) Auftraggeber

- 1) privater Auftraggeber / Bauherr
- 2) öffentlicher Auftraggeber / Bauherr
- 3) Bauträger
- 4) Investor / Projektentwickler
- 5) Projektsteuerer
- 6) begleitende Kontrolle / ÖBA
- 7) Sonstiges _____

D) Andere

- 1) Wissenschaft / Forschung
- 2) externe Beratung / Consulting – Fachbereich
- 3) rechtliche Vertretung / Rechtsanwalt
- 4) Medienvertreter

5) Ständesvertretung / Verbandstätigkeit

6) Behördenvertreter

7) Sonstiges _____

1.1.2 Welche Position haben Sie derzeit in Ihrem Unternehmen?

I) Führungsebene

Geschäftsführer (technisch / kaufmännisch)

Direktionsleiter / Abteilungsleiter

Bereichsleiter

Vertrieb(sleiter) im In-/ Ausland

II) Bereichsebene

Arbeitsgruppenleiter

Produktionsleiter / Montageleiter

Arbeitsgruppenleiter / Oberbauleiter

Projektleiter

Bauleiter

III) Projektenebene

(Bau)Techniker / (Bau)Zeichner

Kalkulant

Baukaufmann

Arbeitsvorbereiter

IV) Ausführungsebene

Polier / Hilfspolier / Vorarbeiter

(Fach)Arbeiter / Hilfsarbeiter

Auszubildender / Lehrling

1.1.3 Welche Position haben Sie derzeit in Ihrem Unternehmen?

Geschäftsführer (technisch / kaufmännisch) / Professor

Abteilungsleiter / Bereichsleiter / Vertrieb(sleiter)

Projektleiter / wissenschaftliche Mitarbeiter / (Projekt)Assistenz

Techniker / Zeichner / (freie) Mitarbeiter

Bild 5.12 Kategorisierung (links) und Untergliederung (rechts) der Befragten – Fragenkatalog Umfrage

Durch diese Gliederung wurde es möglich, die Gesamtanzahl der Fragen gleich zu belassen, jedoch die Teilsumme je Kategorie deutlich zu reduzieren. Das nachfolgende Bild 5.13 stellt eine Zusammenfassung der Untergliederung aller gestellten Frage in den einzelnen Teilbereichen dar.

Fragen an alle Kategorien		14
Fragezuordnung - maximale Fragenanzahl je Kategorie		
Planung	Führungsebene	53
	Bereichsebene	43
	Projektebene	48
	Ausführungsebene	21
Ausführung	Führungsebene	53
	Bereichsebene	61
	Projektebene	57
	Ausführungsebene	35
Auftraggeber	Führungsebene	46
	Bereichsebene	36
	Projektebene	42
	Ausführungsebene	24
Andere	Führungsebene	55
	Bereichsebene	44
	Projektebene	48
	Ausführungsebene	24

Bild 5.13 Anzahl Fragen je Kategorie und Ebene – Fragenkatalog Umfrage

Sämtliche gestellten Fragen wurden mit dem Online Umfragetool *LimeSurvey*¹³¹³ erfasst, wobei aufgrund der Struktur der Umfrage bzw. der Mehrfach-Filterung fünf miteinander verknüpfte Umfragen erstellt wurden. Zur Einordnung der Experten je Kategorie (Planung, Ausführung, Auftraggeber und Andere) trug eine Einstiegsumfrage bei, wobei innerhalb dieser die generelle Zuordnung der Teilnehmer erfolgte sowie auch sämtliche unternehmensspezifischen Daten abgefragt wurden.

Aufbauend auf den Themengebieten wurden unterschiedliche Antwortmöglichkeiten zugelassen. Die zumeist geschlossenen Fragen erlaubten Einfach- und Mehrfachantworten, wobei im Falle von Einfachantworten teils auch zusätzliche freie Antwortmöglichkeiten unter der Kategorie Sonstiges in Form von offenen Fragen zugelassen wurden. Fragen mit umfangreichen Antwortmöglichkeiten für Anmerkungen und weiteren Kategorien wurden in Form von Matrizen als geschlossene Fragen gestellt, welche mittels Radiobutton¹³¹⁴ wiederum als Einfach- oder Mehrfachantwort beantwortbar waren. Ergänzend zu vorgegeben Antworten wurden teilweise kurze Ja/Nein-Fragen, ebenso wie Summenfragen durch die Eingabe von Prozentwerten vorgegeben. Den Abschluss des Fragebogens bilden drei offen gestellte Fragen bzw. die Möglichkeit Kommentare zu den Themenfeldern abzugeben.

Der gesamte Fragebogen ist genauso wie die Zuteilung der einzelnen Kategorien dem Anhang zu entnehmen.

¹³¹³ Vgl. <https://www.limesurvey.org/de/>. Datum des Zugriffs: 26.März.2018

¹³¹⁴ Radiobuttons sind Steuerelemente und dienen als Auswahl bzw. Optionsfeld bei grafischen Benutzeroberflächen bzw. Umfragen.

5.5.4 Durchführung der Umfrage

Aufgrund des Umfanges des standardisierten Fragebogens bzw. der abgefragten Themengebiete und deren Tiefe wurde während der gesamten Fragebogenerstellung eine in diesem Feld erfahrene Soziologin eingebunden. Diese Maßnahme unterstützt einerseits in der Schärfung der gestellten Fragen, andererseits wurden damit unklare Fragestellungen bzw. nicht eindeutige Antwortmöglichkeiten weitestgehend ausgeschlossen. Diese Ausformulierung diente der Erhöhung der Eindeutigkeit in den Antwortmöglichkeiten sowie einer Steigerung der Präzision. Auch gestaltete es sich für die softwaretechnische Umsetzung in LimeSurvey aufgrund der fünf Umfragen mit einer Dachumfrage und vier Unterumfragen bzw. Pfaden als sehr hilfreich, sich der Kompetenz einer Soziologin zu bedienen. Innerhalb der Hauptpfade wurden Filter eingebaut, welche aufgrund der Auswahl der Teilnehmer eine automatische Weiterleitung zuließen.

Der Fragebogen wurde mit dem Online-Tool *LimeSurvey* als individuelle Studie erstellt und der Link zur Umfrage mit einem Anschreiben an die 1998 ausgewählten Experten (Vgl. Kap.5.5.2) am 18.10.2017 per E-Mail versandt. Die Beantwortung wurde zeitlich nicht eingegrenzt, da eine hohe Rücklaufquote als wesentlich erschien und eine Teilnahme vor allem bei Experten aus der Praxis erfahrungsgemäß zu einem späten Zeitpunkt erfolgt. Das Programm LimeSurvey lässt eine Zwischenspeicherung für die Teilnehmer zu, was auch von Vielen aufgrund der Länge der Umfrage in Anspruch genommen wurde. Daher wurde die Gruppe an Experten, welche eine Zwischenspeicherung vornahm, auch zwei Mal per E-Mail gebeten, ihre zwischengespeicherte Umfrage fertigzustellen. Eine nochmalige Aufforderung zur Teilnahme wurde an die gesamte Gruppe per E-Mail am 10.11.2018 als *reminder* und am 28.11.2017 als *last reminder* versandt. Die Umfrage wurde am 18.12.2017, also exakt nach zwei Monaten geschlossen.

Das nachfolgende Bild 5.14 zeigt die Gesamtübersicht aller in den einzelnen Kategorien und Ebenen gestellten Fragen samt der darin rückgemeldeten voll- bzw. teilausgefüllten Fragebögen.

Fragebogenstatistik

4 Hauptkategorien mit jeweils 4 Unterkategorien

Gesamtanzahl Fragen 164

Rücklauf Einstiegsumfrage

Fragenzuordnung - maximale Fragenanzahl je Kategorie

Planung	Führungsebene	53
	Bereichsebene	43
	Projektebene	48
	Ausführungsebene	21
Ausführung	Führungsebene	53
	Bereichsebene	61
	Projektebene	57
	Ausführungsebene	35
Auftraggeber	Führungsebene	46
	Bereichsebene	36
	Projektebene	42
	Ausführungsebene	24
Andere	Führungsebene	55
	Bereichsebene	44
	Projektebene	48
	Ausführungsebene	24

Rücklauf Hauptfragebogen

Rückmeldung (Stand: 18.12.2017)

473 227 35,0%

voll ausgefüllt teilausgefüllt

53	115
45	141
7	8
28	61

133 325 23,7%

Bild 5.14 Rückmeldungen je Kategorie und Ebene – Fragenkatalog Umfrage

Der Rücklauf ist trotz des großen Umfanges der Umfrage als überdurchschnittlich hoch zu bewerten und liegt über alle Kategorien und Ebenen hinweg bei 473 voll- bzw. 227 teilausgefüllten Fragebögen, was einer Rücklaufquote der Einstiegsumfrage von 35 % und einer Rücklaufquote von 23,7 % innerhalb des Hauptfragebogens entspricht. Dieses außerordentlich gute Ergebnis ist der Tatsache geschuldet, dass vor und während des Umfragezeitraumes versucht wurde, durch persönliche Kontakte und direkte Ansprache die Probanden zur Teilnahme an der Umfrage zu motivieren. Des Weiteren ist das Thema der Umfrage *Planen und Bauen mit Holz* für viele Teilnehmer wichtig, was sich durch die große Teilnahmebereitschaft zeigt.

Es zeigt sich, dass zahlreiche Experten durch den über mehrere Jahre in Aufbau befindlichen Forschungsbereich am iBBW angesprochen bzw. zur Mitarbeit motiviert werden konnten. Dies betrifft sowohl die Forschungsprojekte, die Arbeitsstudien auf Baustellen, die Expertenbefragungen, sowie auch die kontinuierliche Beteiligung des iBBW an nationalen und internationalen normativen und öffentlichen Entwicklungen und Veröffentlichungen im Spannungsfeld Holzbau und Bauwirtschaft.

5.5.5 Auswertung des standardisierten Fragebogens

Die Aufgabe der beschreibenden (deskriptiven) Statistik besteht in der Aufbereitung erhobener Daten und der Darstellung in Form von Tabellen und Grafiken, welche die Grundlage für weitere statistische Maßzahlen

bilden.¹³¹⁵ Die Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte im Zeitraum Jänner bis Februar 2018 durch die Anwendung der Statistik-Software SPSS¹³¹⁶ sowie im Falle der offenen Fragen durch eine Clusterung der Aussagen. Die Darstellung des Großteils der Antworten wurde hauptsächlich in Form von Balkendiagrammen sowie vereinzelt auch in Form von Boxplots vorgenommen. Das gesammelte Datenmaterial wurde nach einer Plausibilitätsprüfung sowie einer Ausreißeridentifikation im Falle der Boxplots explorativ untersucht.

Der Boxplot ist eine grafische Form der Diagramm-Auswertung, wobei dieser die Lage und Streubreite einer Verteilung beschreibt und Hinweise auf eventuell vorhandene Ausreißer gibt. Das nachfolgende Bild 5.15 stellt das Prinzip sowie die zentralen Kennwerte eines Boxplots dar.

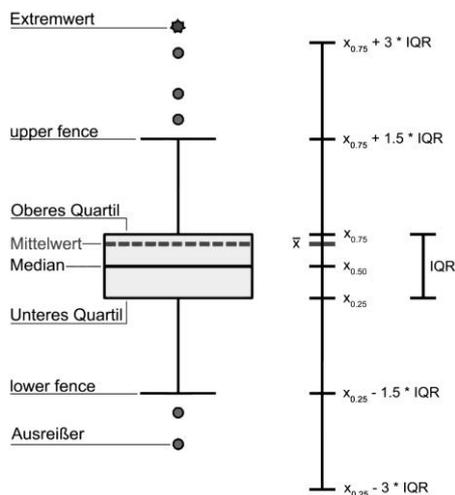


Bild 5.15 Modellhafte Darstellung und Bezeichnungen eines Boxplots¹³¹⁷

Dabei treten innerhalb eines Boxplots einige Begriffe und Merkmale auf, welche die einzelnen Werte exakt festlegen. Das arithmetische Mittel als die häufigste ermittelte statistische Kennzahl errechnet sich aus der Summe aller Werte, welche durch die Anzahl der auftretenden Fälle dividiert wird.¹³¹⁸ Demgegenüber steht der Median, welcher jenen Wert umfasst, der eine der Größe nach geordnete Reihe halbiert. Gemäß den sta-

¹³¹⁵ Vgl. HOLLAND, H.; SCHARNBACHER, K.: Grundlagen der Statistik – Datenerfassung und -darstellung Maßzahlen, Indexpzahlen, Zeitreihenanalyse. S. 3

¹³¹⁶ Vgl. <https://www.ibm.com/analytics/data-science/predictive-analytics/spss-statistical-software>. Datum des Zugriffs: 06.März.2018

¹³¹⁷ weiterentwickelt nach HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 103

¹³¹⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 97

tistischen Grundlagen ist der Median gegenüber Ausreißern und Extremwerten stabiler als der Mittelwert.¹³¹⁹ Die Unterteilung von Daten in einzelne Abschnitte wird auch als Quantil bezeichnet, wobei eine Teilung in vier gleiche Teile Quartil genannt wird. Im Falle der Viertelung wird der eigentliche Box durch das obere Quartil $x_{0,75}$ sowie das untere Quartil $x_{0,25}$ begrenzt, der Median liegt bei $x_{0,5}$. Der Interquartilsabstand (IQR) errechnet sich aus dem Abzug des unteren vom oberen Quartil und gibt die Länge (Höhe) der Box an und bildet 50 % aller berücksichtigten Werte ab.¹³²⁰

Die obere und untere Ausdehnung des Boxplots in Form von Linien wird als Antennen oder Whiskers bezeichnet, welche durch den upper und lower fence begrenzt sind. Der Wertebereich außerhalb dieser Antennen beinhaltet die als Ausreißer angegebenen Daten, wobei jene Werte mit dem dreifachen Wert des IQR Extremwerte darstellen. Diese Werte können das Gesamtbild verfälschen, weshalb es sinnvoll erscheint, eine spezifische Ausreißeranalyse durchzuführen.¹³²¹

Der größte Teil der Fragen wurde jedoch anhand von Balkendiagrammen beschrieben, da diese Form für die Darstellung von nominal oder ordinal skalierten Variablen verwendet wird.

¹³¹⁹ Vgl. HOLLAND, H.; SCHARNBACHER, K.: Grundlagen der Statistik – Datenerfassung und -darstellung Maßzahlen, Indexzahlen, Zeitreihenanalyse. S. 45 ff

¹³²⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 106

¹³²¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . S. 113 ff

5.6 Ergebnisdarstellung der empirischen Datenerhebung mittels Umfrage

Die Darstellung der Ergebnisse aus der empirischen Datenerhebung folgt der im Fragebogen vorgegebenen Struktur, wobei aufbauend auf den allgemeinen Einstiegsfragen und Fragen zum Unternehmen acht unterschiedliche Themenbereiche analysiert wurden (Vgl. Kap. 5.5.3). Die Ergebnisse stellen somit eine Zusammenfassung aller Kategorien und Ebenen über alle Themengebiete hinweg dar.

5.6.1 Ergebnisse zu soziodemographischen und unternehmensspezifischen Daten

Die Umfrage wurde an 1998 Experten versandt, wobei 473 Fragebögen in die Analyse eingingen. Aufgeteilt in die vier Kategorien sind rund 38 % der teilnehmenden Experten der Gruppe A) Planung, rund 38 % der Gruppe B) Ausführung, rund 4 % der Gruppe C) Auftraggeber und rund 20 % der Gruppe D) Andere zuzuordnen. Demnach beträgt die Rücklaufquote 23,7 %. Diese Verteilung entspricht in etwa der Verteilung der Anteile der ausgesandten Einladungen zur Umfrage.

Bei Betrachtung der einzelnen Tätigkeiten zeigt sich im nachfolgenden Bild 5.16, dass sich der Kategorie A) Planung 179 Personen (38,3 %) zugeordnet haben, wobei davon 35,2 % Architekten, 36,3 % Tragwerksplaner sowie 6,7 % planende Holzbaumeister, 3,4 % planende Baumeister und 7,3 % weitere Fachplaner, wie bspw. TGA, Bauphysik udgl. an der Umfrage teilgenommen haben.

Frage 1.1.1
Ordnen Sie Ihre derzeitige berufliche Tätigkeit einer der vier nachfolgenden Kategorien zu, in der Sie überwiegend tätig sind.

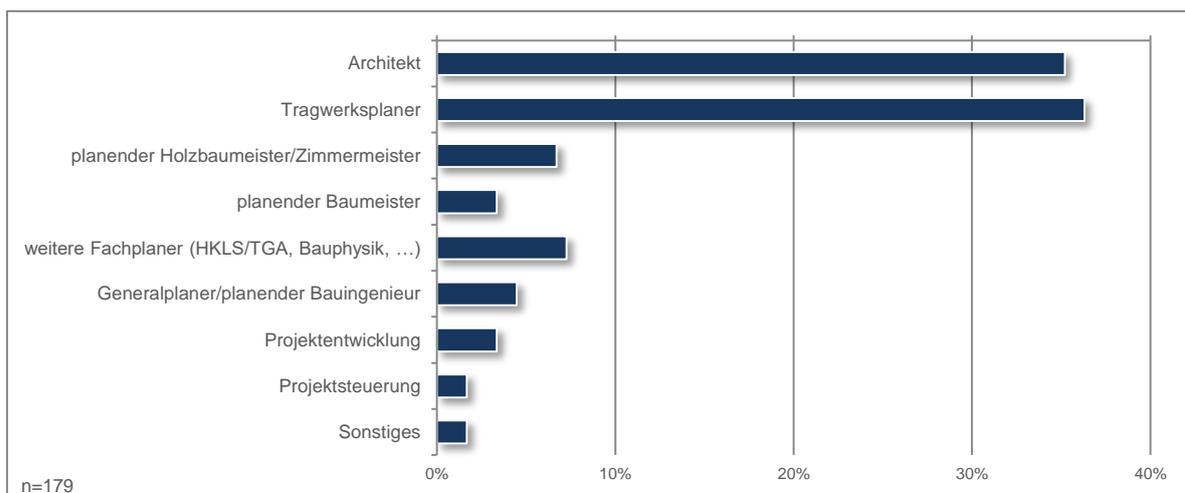


Bild 5.16 Tätigkeiten teilnehmender Experten in Kategorie A) Planung (Frage 1.1.1)

Im Gegensatz dazu ordneten sich 180 Personen (38,1 %) der Gruppe B) Ausführung zu (Bild 5.17), wobei in dieser Kategorie 58,3 % ausführende

Holzbaumeister, 9,4 % ausführende Baumeister, 7,2 % klassische Generalunternehmer, 16,1 % (Baustoff-)Produzenten und 6,7 % Baustoffzulieferer bzw. Personen des Handels an der Umfrage teilnahmen.

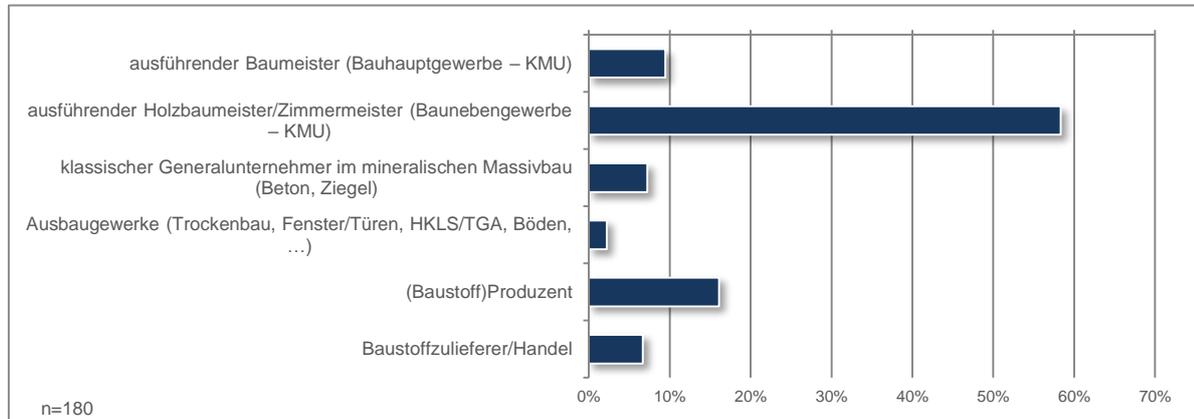


Bild 5.17 Tätigkeiten teilnehmender Experten in Kategorie B) Ausführung (Frage 1.1.1)

Die Gruppe C) Auftraggeber (Bild 5.18) umfasst 18 Teilnehmer (3,8 %), wobei davon 44,4 % als Bauträger, 22,2 % als private Auftraggeber und 16,7 % als öffentliche Auftraggeber tätig sind.

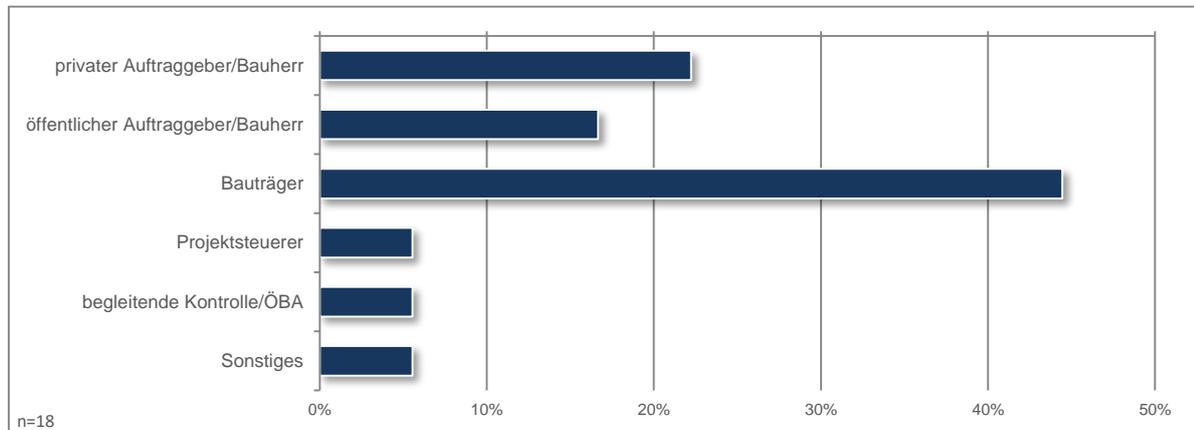


Bild 5.18 Tätigkeiten teilnehmender Experten in Kategorie C) Auftraggeber (Frage 1.1.1)

Der Gruppe D) Andere haben sich gemäß Bild 5.19 in Summe 92 Teilnehmer (19,9 %) zugeordnet, wovon 60,9 % dem Bereich Wissenschaft, Forschung und Lehre angehören, 20,7 % als externe Berater bzw. im Consulting sowie 10,9 % in der Landesvertretung bzw. Verbänden tätig sind.

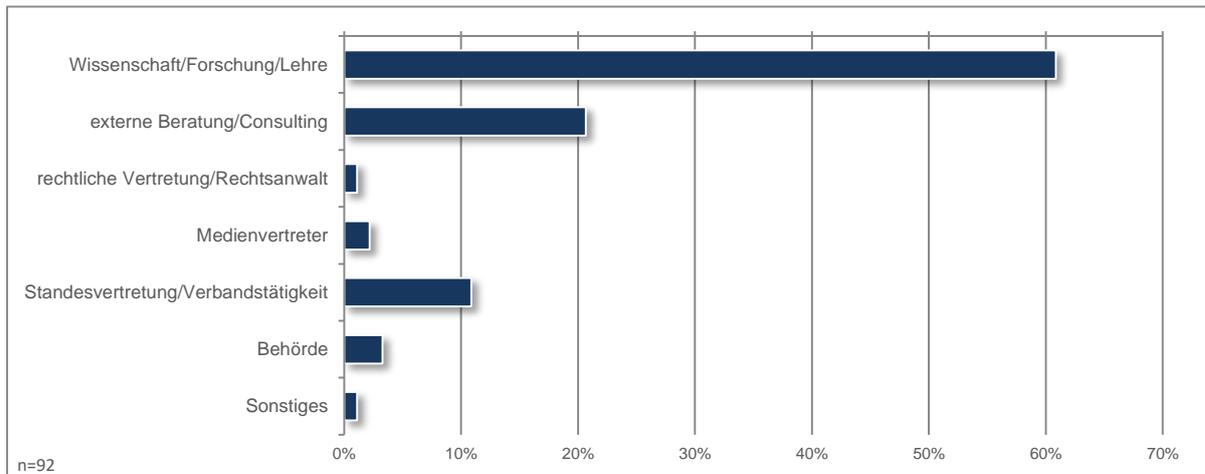


Bild 5.19 Tätigkeiten teilnehmender Experten in Kategorie D) Andere (Frage 1.1.1)

Bei Betrachtung der Verteilung der teilnehmenden Experten der Gruppen A, B und C auf den vier Ebenen – Führungs-, Bereichs-, Projekt- und Ausführungsebene – zeigt sich, dass 67,4 % der Führungsebene, sowie jeweils 15,3 % der Bereichs- und Projektebene und lediglich 2,1 % der Ausführungsebene zuzuordnen sind. In der Gruppe D) ordnen sich die Teilnehmer zu der obersten Geschäftsführerebene (35,2 %), der Abteilungs- und Bereichsleiterebene (15,9 %) und der dritten Ebene der Projektleiter (47,7 %), wissenschaftliche Mitarbeiter bzw. Projektassistenz zu. Lediglich 1,1 % sind als Techniker tätig. (Anmerkung $n=334$ bzw. 88 bei Grafik 1.1.2 & 1.1.3)

Das Tätigkeitsfeld bzw. der Einsatzbereich der 377 teilnehmenden Experten der Kategorie A) Planung, B) Ausführung und C) Auftraggeber zeigt im nachfolgenden Bild 5.20 eine Unterteilung in die Bereiche Neubau, Um- und Zubau inkl. Aufstockung sowie Sanierung ebenso wie die Kategorisierungen Ein- und Mehrfamilienhausbau, unterschiedliche Formen öffentlicher Bauten, Gewerbe- und Industrie, Bürobau und landwirtschaftliche Bauten. Dabei zeigt sich, dass im Bereich Neubau die Befragten im Einfamilienhausbau (66,6 %) und im Mehrfamilienhausbau (69,5 %) sowie bei öffentlichen Bauten im Bildungssektor (47,2 %) und in der Errichtung von Bauten des Gesundheitssektors (24,7 %) tätig sind. Des Weiteren sind die Befragten im Bereich Gewerbe- und Industriebau (59,9 %), im Bereich Bürobau (52,2 %) und bei landwirtschaftlichen Zweckbauten (40,1 %) eingesetzt. Die Kategorie Um- und Zubau inkl. Aufstockung weist im Gegensatz zum Neubau in sämtlichen Kategorien ein deutlich geringeres Tätigkeitsfeld auf, was auch für die Kategorie Sanierung zutrifft.

Frage 1.1.2 & 1.1.3

Welche Position haben Sie derzeit in Ihrem Unternehmen?

→ Grafik im Anhang

Frage 1.1.4

In welchen Einsatzfeldern des Bauwesens sind Sie im Rahmen Ihrer derzeitigen Tätigkeit überwiegend tätig?

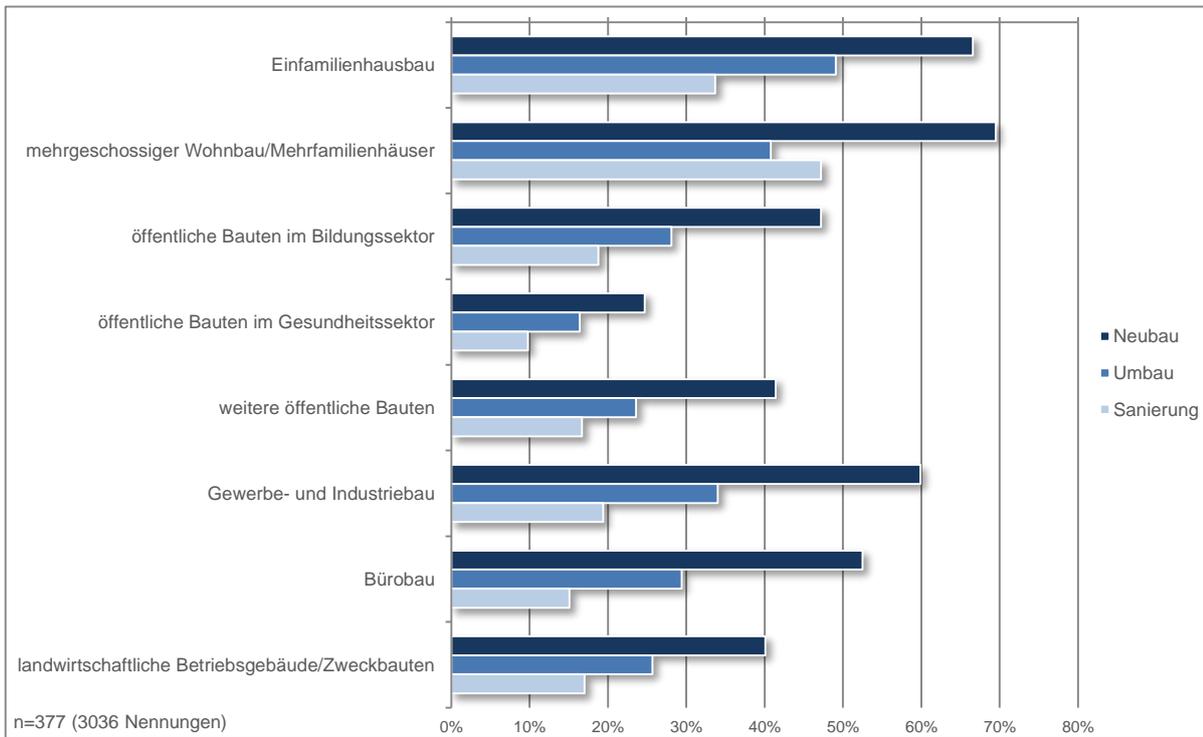


Bild 5.20 Einsatzfelder / Tätigkeitsbereiche der teilnehmenden Experten (Frage 1.1.4)

Frage 1.1.5

In welchen Bereich haben Sie im Rahmen Ihrer derzeitigen Tätigkeit Berührungspunkte mit dem Holzbau?

➔ Grafik im Anhang

Die Tätigkeiten der 175 Experten der Kategorie D) entfallen auf Forschungsprojekte (64,4 %), auf Beratungen (56,7 %) und auf persönliches Interesse (33,3 %). Weitere 17,8 % haben durch ihre Tätigkeit in der Interessensvertretung, durch Dokumentation bzw. in Form von Genehmigungen und Förderungen (5,6 %) sowie durch Lehrtätigkeiten (10 %) Berührungspunkte mit dem Holzbau (Anmerkung: Aufgrund der gegebenen Antworten unter Sonstiges wurde nachträglich im Rahmen der Auswertung die Kategorie Lehrtätigkeit/Bildung eingeführt; n=90 mit 175 Nennungen bei Grafik 1.1.5).

Frage 1.1.7

Wie viele Bauvorhaben (baustoffunabhängig) führen Sie durchschnittlich im Jahr aus bzw. an wie vielen sind Sie beteiligt? Wie viele davon sind Holzbauten?

Die Angaben der Experten zu den von ihnen durchgeführten Bauvorhaben pro Jahr ergab sowohl baustoffunabhängig als auch holzbauspezifisch eine breite Streuung. Nach Durchführung einer Ausreißeranalyse konnte für die Anzahl der Bauvorhaben baustoffunabhängig ein Median von 30 und für Holzbauten ein Median von 16,5 ermittelt werden, was in nachfolgender Grafik (Bild 5.21) dargestellt ist. Dabei reicht die Häufigkeit von 1 bis 400, wobei sich eine Konzentration ergibt und 75 % der Fälle unter 75 bzw. im Holzbau unter 50 Bauvorhaben liegen.

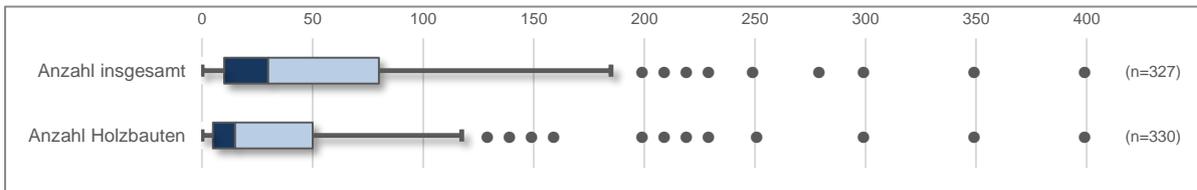


Bild 5.21 Verteilung der Anzahl der Bauvorhaben – baustoffunabhängig und Holzbau (Frage 1.1.7)

Bezugnehmend auf die Dauer der Tätigkeit der Teilnehmer ergibt sich beim Thema Berufserfahrung im Bauwesen allgemein ein Median von 20 Jahren und für jene des Holzbaus ein Median von 18 Jahren, was zeigt, dass die Befragten auf eine durchschnittlich durchaus lange Berufserfahrung zurückgreifen können. Insgesamt stellt sich eine große Streuung ein und reicht von 1 bis 60 Jahren Berufserfahrung. (Anmerkung: $n=461$ bei Grafik 1.2.1 bzw. 1.2.2)

Frage 1.2.1 & 1.2.2

Wie lange arbeiten Sie bereits im Bauwesen?

Wie viele Jahre haben Sie sich bereits mit dem Holzbau beschäftigt?

➔ Grafik im Anhang

In Bezug auf den höchsten Schulabschluss ergibt das Bild einen fast 70-prozentigen Akademikeranteil (Universität und Fachhochschule) bei den Befragten, mit weiteren 12 %, welche einen Matura- bzw. Abiturabschluss haben. Rund 6 % der Experten haben eine Lehre oder berufsbildende mittlere Fachschule absolviert. Diese Fragestellung belegt, in welchen Ebenen die Befragten tätig sind. Erfahrungsgemäß rekrutieren sich Akademiker leichter für eine Teilnahme an Umfragen. Diese zeigen auch verstärktes Interesse an den Ergebnissen sowie der Entwicklung des Holzbaus im Allgemeinen.

Frage 1.2.4

Welche fachliche Qualifikation haben Sie speziell im Holzbau?

Das nachfolgende Bild 5.22 gibt einen Überblick über die fachliche Qualifikation der Teilnehmer speziell im Holzbau. Es zeigt sich aufgrund der Mehrfachnennungen, dass 39,5 % ihre Holzbaukenntnisse auf einer fach einschlägigen Universität oder Fachhochschule sowie weitere 29,9 % aufgrund einer praktischen holzbaulichen Ausbildung und aufgrund der Qualifikation zum Holzbaumeister (24,4 %) bzw. zu 9,3 % durch eine vertiefte Ausbildung im Rahmen einer HTL erlangen konnten.

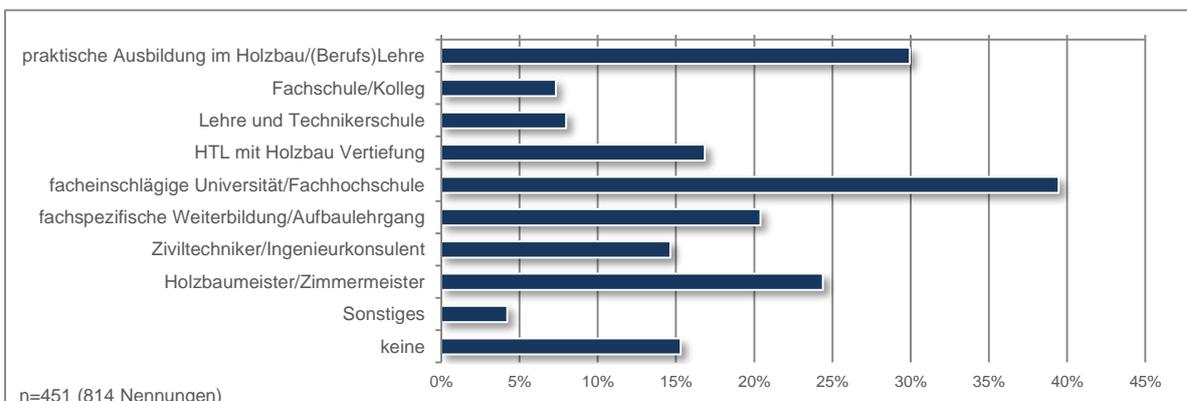


Bild 5.22 Verteilung der fachlichen Qualifikation im Holzbau (Frage 1.2.4)

Frage 1.3.1

In welchem Staat hat Ihr Unternehmen seinen Hauptsitz?

→ Grafik im Anhang

Frage 1.3.2 & 1.3.4 & 1.3.5

Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen / Ihre Abteilung derzeit?

Wo ist Ihr Unternehmen tätig?

Wie viele Standorte hat Ihr Unternehmen allgemein und speziell im Bereich Holzbau im In- und Ausland?

→ Grafik im Anhang

Frage 1.3.3

Welche Holzbauweisen werden vorwiegend durch Ihr Unternehmen bearbeitet / angeboten / umgesetzt?

Die Teilnehmer der Umfrage sind zu 76,6 % in Unternehmen mit Hauptsitz in Österreich sowie zu 18,2 % in Deutschland tätig, was auch in etwa der Verteilung der kontaktierten Personen entspricht. (Anmerkung: n=303 bei Grafik 1.3.1)

Die Frage zur Anzahl der Mitarbeiter des Unternehmens und der Abteilung ergibt einen Median von 15 Mitarbeitern für das Unternehmen und 4 Mitarbeiter für die Abteilung, was einen Rückschluss auf die eher kleinstrukturierte Unternehmenslandschaft im Holzbau sowie in den Planungsbüros erlaubt. Dabei sind 52,7 % der Unternehmen, bei welchen die Befragten arbeiten lediglich im Inland und 45,5 % sowohl im In-, als auch im Ausland am Markt aktiv und betreiben zumeist im Inland zu 58,7 % einen und im Ausland zu rund 80 % keinen separaten Standort, sowohl im Bauwesen allgemein als auch speziell im Holzbau. (Anmerkung: n=83 bzw. 213; n=110; n=104 bei Grafik 1.3.2 bzw. 1.3.4 bzw. 1.3.5)

Den Abschluss des ersten Teils des Fragebogens zu den personen- und unternehmensspezifischen Daten bildete die Frage zu den von den Unternehmen vorwiegend bearbeiteten, angebotenen bzw. umgesetzten Holzbauweisen, wobei an dieser Stelle Mehrfachnennungen möglich waren.

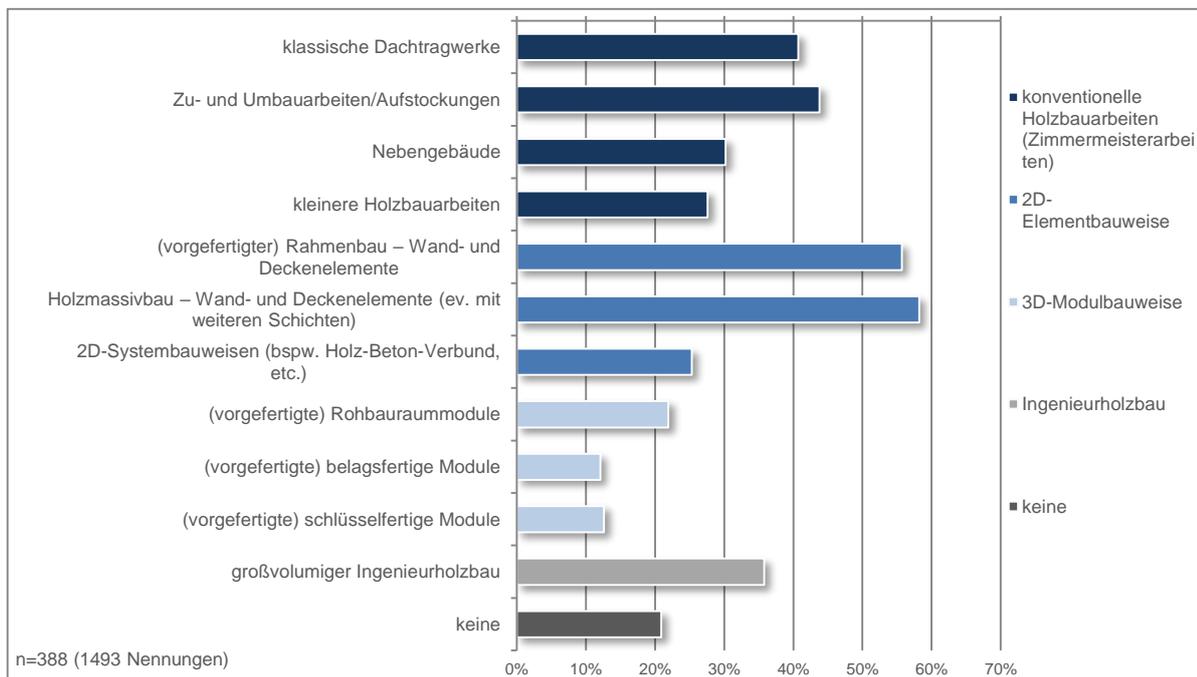


Bild 5.23 Verteilung unterschiedlicher angebotener Holzbauweisen (Frage 1.3.3)

Dabei zeigt sich im Bild 5.23, dass die Unternehmen der Befragten größtenteils konventionelle Holzbau- bzw. Zimmererarbeiten vor allem für klassische Dachtragwerke (40,7 %), für Zu- und Umbauten (43,8 %), für Nebengebäude (30,2 %) sowie kleinere Holzbauarbeiten (27,6 %) durchführen. Demgegenüber sind diese jedoch hauptsächlich im Feld des vorgefertigten Holzrahmenbaus (55,7 %) und des Holzmassivbaus (58,2 %) in Form

von 2D-Elementen für Wand- und Deckenelementen tätig. Verhältnismäßig wenig Unternehmen sind im Bereich der 3D-Modulbauweise aktiv, und wenn, dann in Form der Herstellung von Rohbauräummodulen (21,9 %). Den großvolumigen Ingenieurholzbau bieten 35,8 % der Unternehmen als Leistung an.

5.6.2 Ergebnisse zur Entwicklung und zu Argumenten im Holzbau

Die Expertenbefragung ging auf die vergangene, gegenwärtige und künftige Entwicklung des Holzbaus ein. Dabei zeigt sich im Bild 5.24, dass vor allem die Aspekte der Nachhaltigkeit, wie CO₂-Thematik, Klimaschutz, Verwendung nachwachsender Rohstoffe udgl. (75,9 %), die Vorfertigung bzw. Präzision (72,1 %) sowie der Vorteil, der sich aus der Verkürzung der Bauzeit ergibt (66,5 %) für die Befragten als sehr wichtig eingeschätzt werden. Daneben stellt die höhere Ausführungsqualität (63,4 %) gegenüber dem mineralischen Massivbau, das Interesse an neuen Bauweisen (59,0 %), die Individualität und gestalterische Möglichkeit in der Architektur (54,9 %) und die lokale Wertschöpfung der Unternehmen (59 %) eine sehr wichtige Motivation, Gebäude in Holz zu errichten, dar. Demgegenüber sehen die Befragten Kostenvorteile des Holzbaus (56,8 %), den Trend in der Branche (48,9 %) und den Wunsch des Auftraggebers (45,3 %) als lediglich teilweise wichtige Motivation an.

Frage 2.1.1

Wie wichtig sind für Sie die folgenden Motivationen, Gebäude / Bauwerke in Holzbauweise zu errichten?

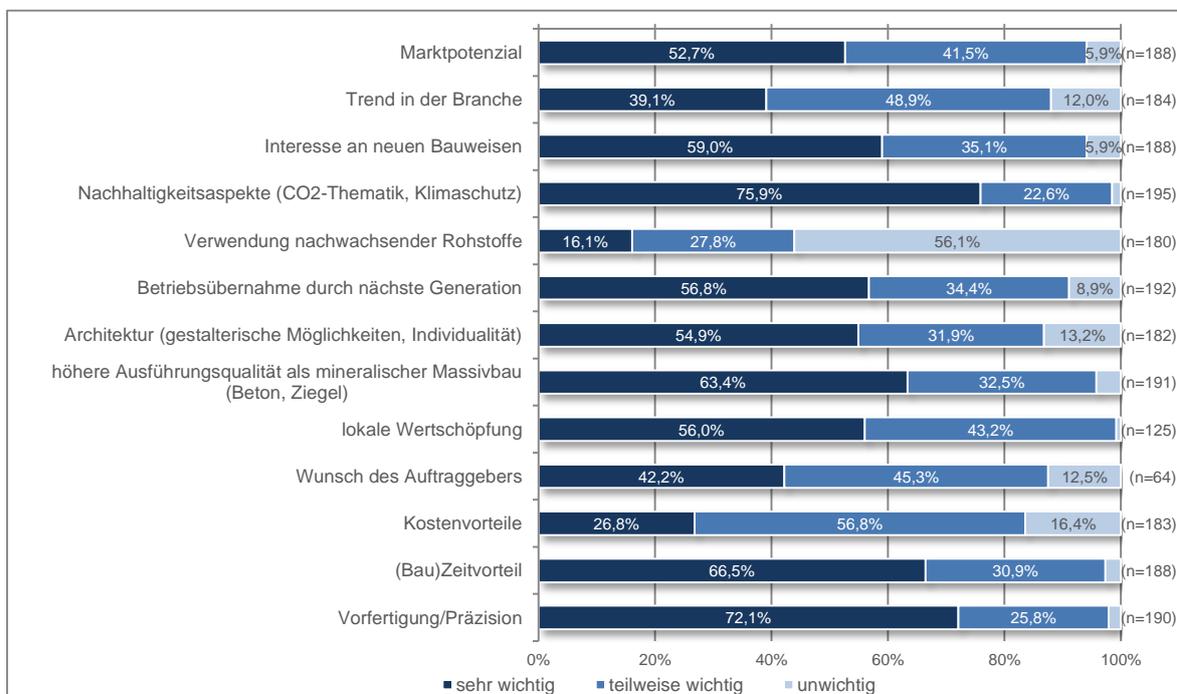


Bild 5.24 Motivationsfaktoren für den Einsatz von Holz in Gebäuden (Frage 2.1.1)

Die Verteilung der bisherigen und künftigen Entwicklung des Holzbaus nach der Angabe der Experten ist im Bild 5.25 dargestellt. Dabei zeigt sich,

Frage 2.1.2

Wie stark hat sich der Holzbau Ihrer Einschätzung nach im Allgemeinen in den letzten 5, 10 bzw. 20 Jahren entwickelt bzw. wie wird er sich künftig entwickeln?

dass sich diese von vor 20 Jahren gegenüber von vor 10 Jahren eher wachsend und im Vergleich von vor 5 Jahren, als stark wachsend erweist, sich dieser Trend aber auch in den nächsten 5, 10 und 20 Jahren abschwächen wird. Vor allem die vergangenen 5 Jahre werden von den Experten als stark wachsend (64,0 %) bzw. als eher wachsend (28,2 %) eingestuft und auch in 5 Jahren als stark wachsend (53,7 %) bzw. eher wachsend (38,3 %) eingestuft. Die Prognose über die nächsten 10 bzw. 20 Jahre zeigt mit rund 52 % eine eher wachsende Entwicklung.

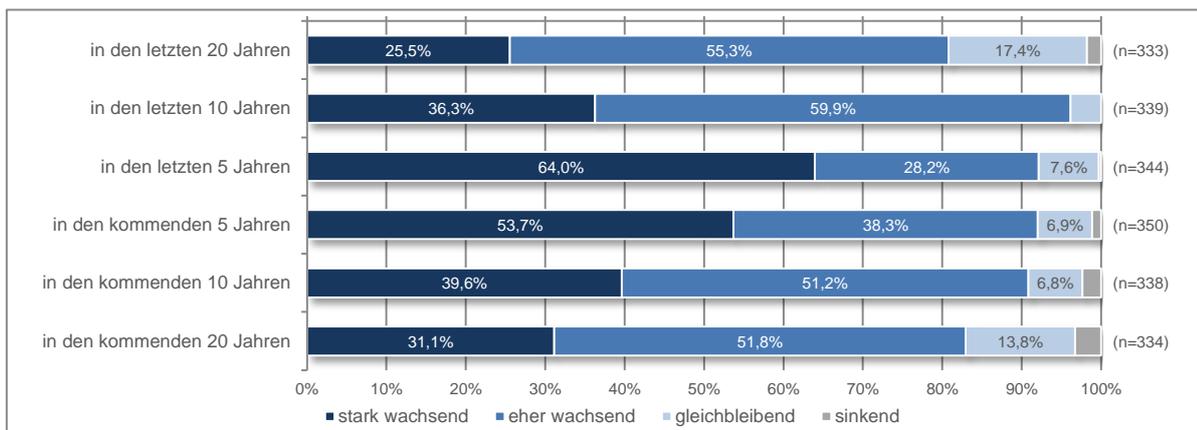


Bild 5.25 Bisherige und künftige Entwicklung des Holzbaus (Frage 2.1.2)

Frage 2.2.1

Wie beurteilen Sie die nachfolgenden Aspekte der Verwendung des Materials Holz innerhalb von Bauprojekten?

Die daran anschließende Frage an die Experten beinhaltet eine Beurteilung einzelner Aspekte bzw. Vor- und Nachteile in der Verwendung von Holz bei Bauprojekten gemäß dem Bild 5.26. Dabei zeigt sich, dass zahlreiche Aspekte einen sehr großen bzw. großen Vorteil für den Holzbau bieten, welche durch das umweltfreundliche Image (96,0 %), in der Vorfertigungsmöglichkeit (93,4 %), durch das Raumklima (85,0 %) sowie durch die Entsorgungsthematik am Nutzungsende (82,2 %) bestehen. Daneben werden die Bauzeiteinhaltung (83,6 %), die Qualität (73,2 %), die Möglichkeit der Materialkombination (67,4 %) sowie die Verwendung eines heimischen Produktes (79,9 %) als sehr großer bzw. als Vorteil gesehen. Dennoch bewerten die Experten den Koordinationsaufwand mit 35,1 %, den Planungsaufwand mit 56,4 % sowie den Ausschreibungsaufwand zu 46,3 % eher als Nachteil bzw. sehr großen Nachteil.

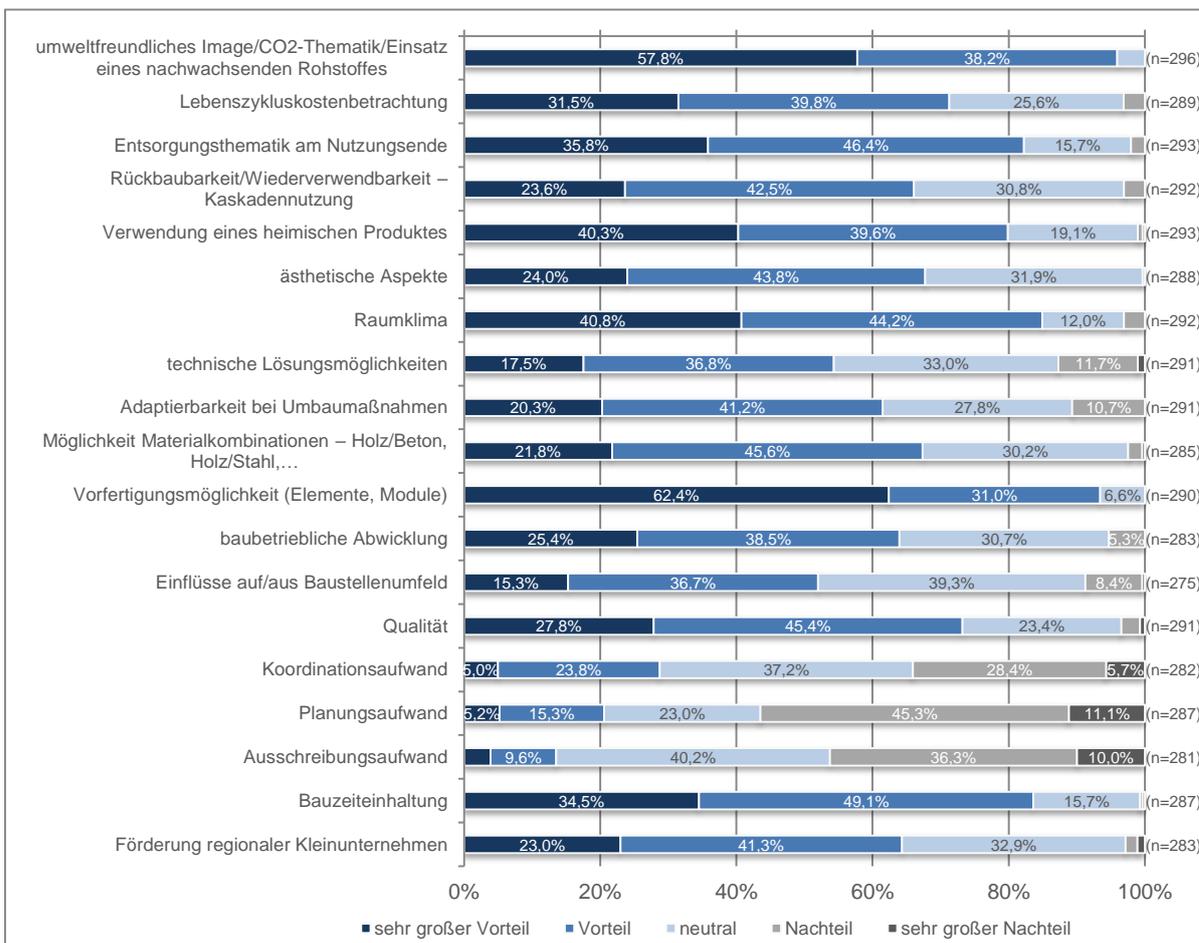


Bild 5.26 Verteilung der Vor- und Nachteile einzelner Aspekte in der Verwendung von Holz (Frage 2.2.1)

Bezugnehmend auf die Angabe der Experten zu den genannten Aspekten für eine frühzeitige Entscheidung, ein Gebäude aus Holz zu planen, ergibt sich ein stark differenziertes Bild gemäß nachfolgender Grafik (Bild 5.27). Einerseits werden vor allem die ökologische Gesamtbetrachtung sowie das Design und die Architektur auf Platz 1 gereiht, andererseits stehen vor allem die Bauzeit und die Baukosten im Fokus der Experten. Das Thema Bauablauf wird im Gegensatz dazu ebenso wie die Ausführungsqualität und die Planungsdauer eher weiter hinten gereiht.

Frage 2.2.2

In Bezug auf welche Aspekte ist eine frühzeitige Entscheidung, ein Gebäude aus Holz zu konzipieren, von Vorteil? Reihen Sie diese nach der Wichtigkeit.

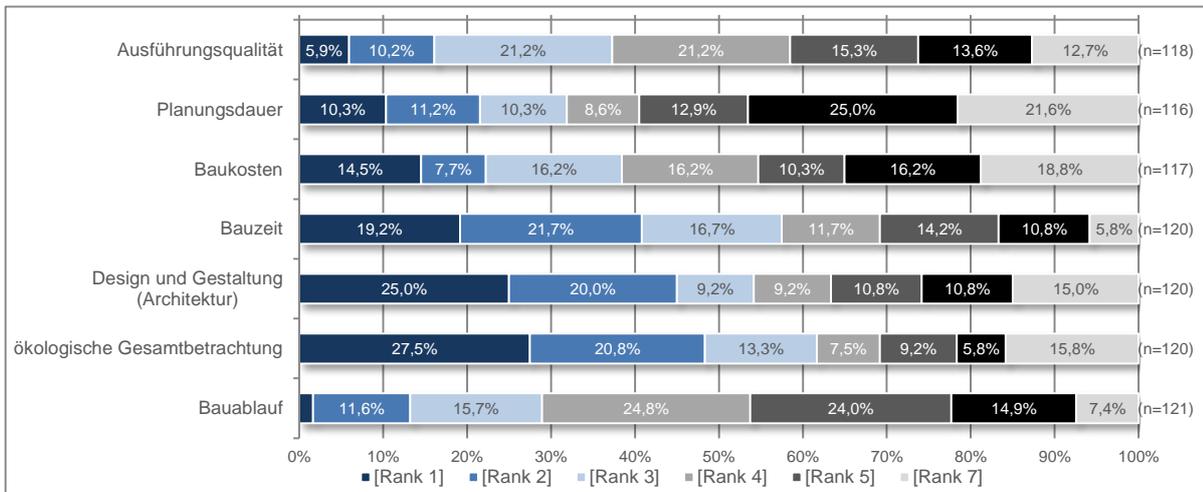


Bild 5.27 Reihung der Aspekte für eine frühzeitige Entscheidung mit Holz zu planen (Frage 2.2.2)

Frage 2.2.3

Wie beurteilen Sie den Aufwand folgender Punkte beim Einsatz von Holz als Baustoff gegenüber herkömmlichen mineralischen Baustoffen (Beton, Ziegel)?

Zur Vervollständigung der Einschätzung der Argumente für oder gegen einen Holzbau wurden die Experten zum Aufwand in einzelnen Bereichen punkto Holzbau im Vergleich zu mineralischen Baustoffen befragt, was in nachfolgender Grafik (Bild 5.28) dargestellt ist.

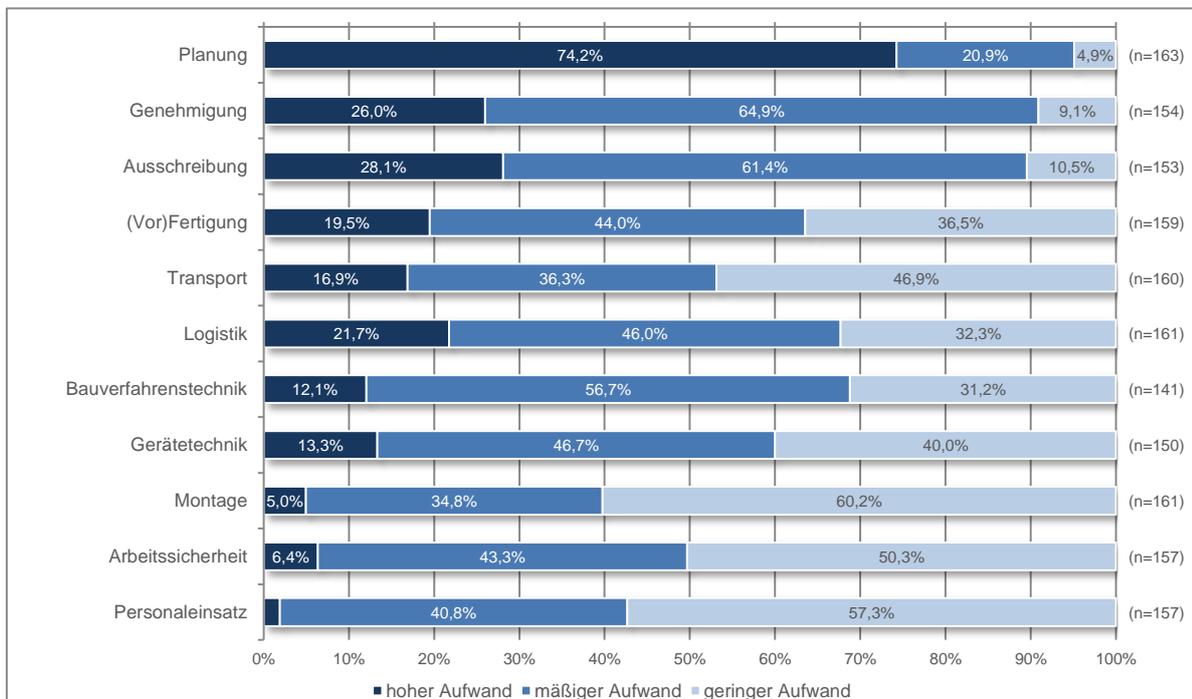


Bild 5.28 Aufwand einzelner Aspekte im Holzbau im Vergleich zu anderen Baustoffen (Frage 2.2.3)

Dabei ergibt sich das Bild, dass vor allem das Thema Planung mit 74,2 % mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Die Punkte Genehmigung und

Ausschreibung bedürfen mit rund 65 und 61 % einen mäßigen Aufwand bzw. 26 und 28 % einen hohen Aufwand. Sämtliche weitere Aspekte, wie Vorfertigung Transport und Logistik sowie Bauverfahrens- und Gerätetechnik benötigen zufolge der Experten einen tendenziell eher mäßigen Aufwand, welcher im Bereich zwischen 35 und 46 % liegt. Demgegenüber bedürfen die Felder Montage, Arbeitssicherheit und Personaleinsatz sowie auch das Thema Transport eines geringeren Aufwands im Holzbau im Vergleich zu mineralischen Baustoffen wie Beton oder Ziegel.

5.6.3 Ergebnisse zum Baubetrieb im Holzbau

Die Umfrage ging auch auf die baubetrieblichen Themen im Holzbau näher ein, welche vor allem die Themengebiete Arbeitsvorbereitung (AV), Baulogistik, Montage- sowie Gerätetechnik umfassen. Trotz des geringeren Stichprobenumfanges im Vergleich zu anderen Fragekategorien scheinen die Ergebnisse dieses Thema betreffend wesentlich (*Anmerkung: Die Fragen den Baubetrieb betreffend erhielt lediglich die Gruppe Ausführung*).

Dabei zeigt sich, dass das Thema Arbeitsvorbereitung aufgrund der Vorfertigung eine wesentliche Stellung im Bauprozess einnimmt, dennoch aber Optimierungspotenzial darin besteht (Vgl. Kap.4.5.1). Die Arbeitsvorbereitung wird gemäß der Experteneinschätzung durch die Bauleitung bzw. Projektleitung (64,9 %) durchgeführt, ebenso wie durch Bautechniker (48,9 %) bzw. durch eine eigene Abteilung (34,1 %), was einen deutlichen Unterschied zum mineralischen Massivbau ergibt. Lediglich 11,7 % gaben an, dass die Arbeitsvorbereitung durch die Montageleitung, durch den Kalkulanten (6,4 %) bzw. durch den Baukaufmann (1,1 %) erledigt wird. (*Anmerkung: n=94 mit 162 Nennungen bei Grafik 4.2.1*)

Interessant scheint in diesem Zusammenhang die Angabe der Experten zu der für die Arbeitsvorbereitung benötigten Zeit in Abhängigkeit der Bauzeit der Holzbauarbeiten. Es zeigt sich, dass die AV umso mehr Zeit in Anspruch nimmt, je tiefer sich der Vorfertigungsgrad einerseits und der Komplettierungsgrad in der jeweiligen Kategorie andererseits darstellt. Das nachfolgende Bild 5.29 veranschaulicht, dass für konventionelle Holzbauarbeiten die Arbeitsvorbereitung einen Median von 10 bzw. 12 % aufweist, bei der 2D-Elementbauweise liegt dieser zwischen 11,5 und 15 %. Hingegen zeigt vor allem die Kategorie der 3D-Modulbauweise einen deutlich höheren Median an, welcher bei Rohbauraummodulen bei 14 %, bei belagsfertigen Modulen bereits bei 22,5 % und bei schlüsselfertigen Modulen bei 25 % liegt. Im Ingenieurholzbau weist die AV einen Median von 10 % der Bauzeit auf.

Frage 4.2.1

Wer führt in Ihrem Unternehmen die Arbeitsvorbereitung hauptsächlich durch?

→ Grafik im Anhang

Frage 4.2.2

Wieviel Prozent der Bauzeit für Ihre Holzbauarbeiten, welche Sie anbieten, wird im Durchschnitt für die Arbeitsvorbereitung aufgewendet? Berücksichtigen Sie dabei lediglich die Bauzeit für die Holzbauarbeiten und nicht die gesamte Bauzeit.

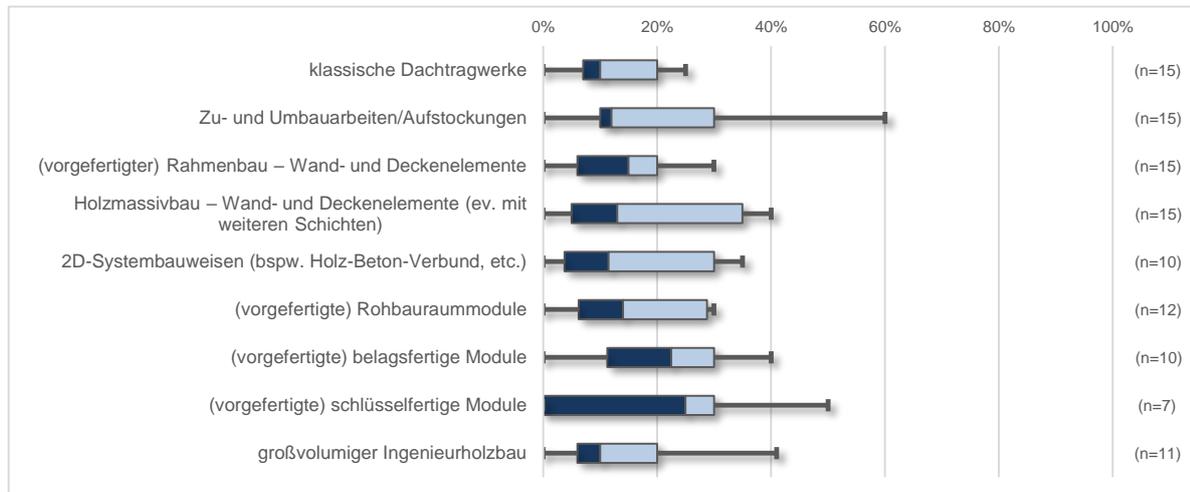


Bild 5.29 Aufwand für Arbeitsvorbereitung je Kategorie in Anhängigkeit der Bauzeit (Frage 4.2.2)

Frage 4.2.3

Bewerten Sie den finanziellen Aufwand für die Umsetzung der Baustelleneinrichtung der genannten Bauweisen im Holzbau im Vergleich zum mineralischen Massivbau.

➔ Grafik im Anhang

Ergänzend hierzu scheint es wesentlich, den finanziellen Aufwand für die Umsetzung der Baustelleneinrichtung im Holzbau im Vergleich zum mineralischen Massivbau zu betrachten. Die Experten gaben dabei an, dass bei konventionellen Holzbauarbeiten sowie auch in der 2D-Elementbauweise der finanzielle Aufwand in etwa gleich hoch (55,6 bzw. 44,4 %) bzw. sogar unter jenem für den mineralischen Massivbau liegt. In der 3D-Modulbauweise liegt dieser jedoch deutlich höher (12,9 %) ebenso wie im Ingenieurholzbau (14,3 %), wobei auch in diesen Kategorien Uneinigkeit herrscht, da 62,5 bzw. 57,1 % den finanziellen Aufwand geringer einschätzen, als im mineralischen Massivbau. (Anmerkung: n ist bei dieser Frage besonders nieder (n=7 bis 9 bei Grafik 4.2.3), womit sich auch die Aussage relativieren lässt)

Frage 4.2.4

Bewerten Sie den Aufwand der firmeninternen Terminplanung bzw. Ablaufplanung (Wochenarbeitspläne) im Rahmen der Arbeitsvorbereitung eines Holzbaus bei den genannten Bauweisen im Vergleich zum mineralischen Massivbau.

➔ Grafik im Anhang

Demgegenüber steht der Aufwand der firmeninternen Termin- und Ablaufplanung bis hin zur Wochenarbeitsplanung, welche im Rahmen der Arbeitsvorbereitung durchzuführen ist. Die Experten schätzen den Aufwand bei konventionellen Holzbauarbeiten zu 80,0 % in etwa gleich hoch ein, bei der 2D-Elementbauweise zu 33,3 % höher bzw. zu 44,4 % gleich hoch ein. Die 3D-Modulbauweise wird gänzlich gleich eingeschätzt wie die 2D-Elementbauweise, lediglich der Ingenieurholzbau bedarf zu 37,5 % eines höheren bzw. zu 50,0 % eines gleich hohen Aufwandes in der Termin- und Ablaufplanung gegenüber dem mineralischen Massivbau. (Anmerkung: wie Frage 4.2.3; n=8 bis 10 bei Grafik 4.2.4)

Frage 4.4.2

Bewerten Sie im Rahmen Ihrer Projekte die Einflüsse der nachfolgenden Aspekte in der Montagetechnik im Holzbau auf den gesamten Projekterfolg.

Wesentlich im Bereich des Baubetriebs im Holzbau ist die Bewertung der Experten zu den unterschiedlichen Einflüssen im Bereich der Montagetechnik, der Materialtechnik sowie der Verbindungstechnik.

Im Bereich der Montagetechnik zeigt sich gemäß nachfolgendem Bild 5.30, dass der Vorfertigungsgrad (92,9 %), die Toleranzen zum minerali-

schen Massivbau (85,7 %) und die exakte Vorfertigung betreffend der Toleranzen in der Produktion (78,6 %) einen großen Einfluss auf den gesamten Projekterfolg haben. Des Weiteren weisen die spezielle Montageplanung des Holzbaus (78,6 %), die Gewährleistung der bauphysikalischen Anforderungen bzw. die Witterungseinflüsse auf der Baustelle (jeweils 71,4 %) sowie die große Anzahl an Ausführungsplänen (69,2 %) großen Einfluss auf den Projekterfolg auf.

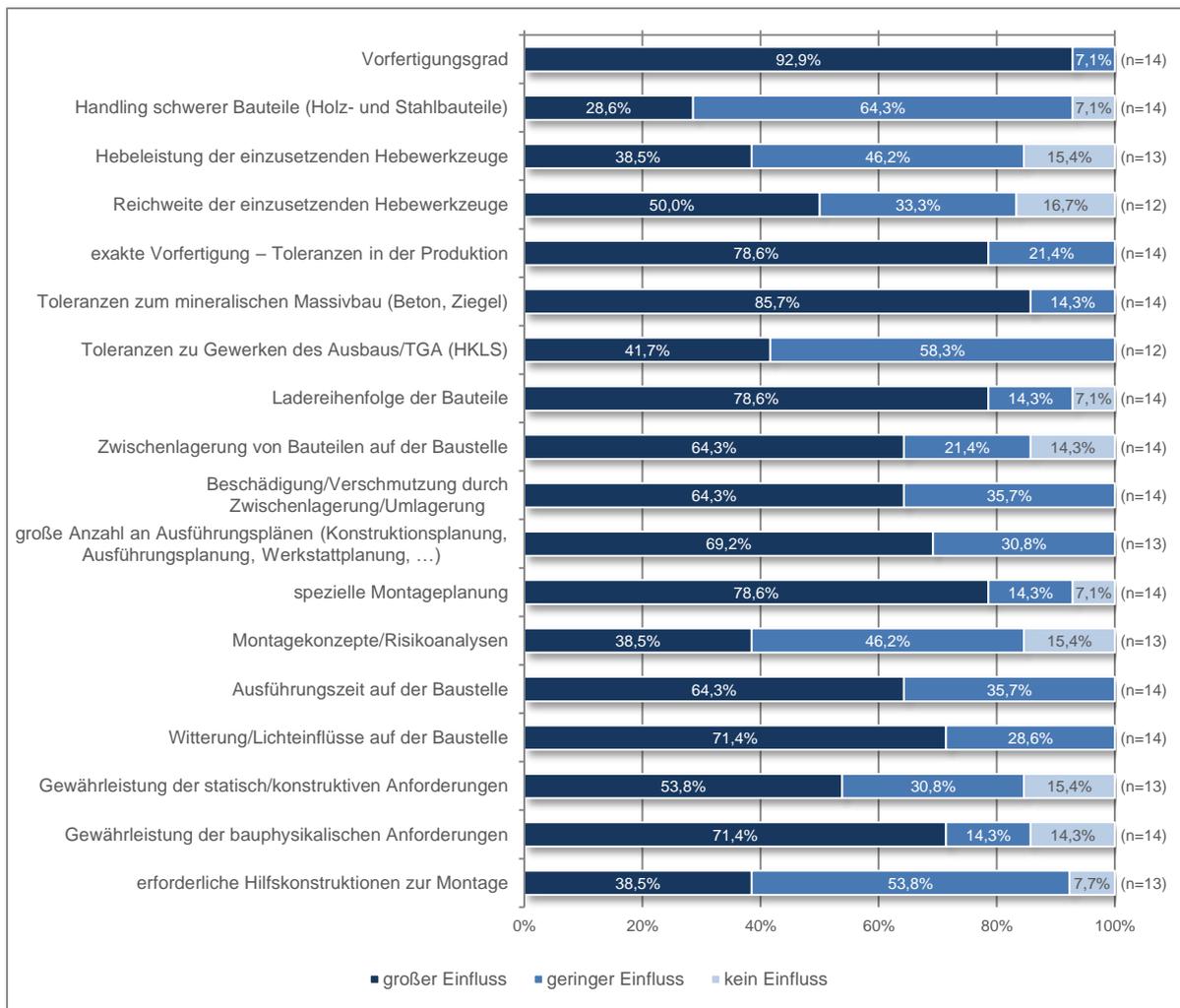


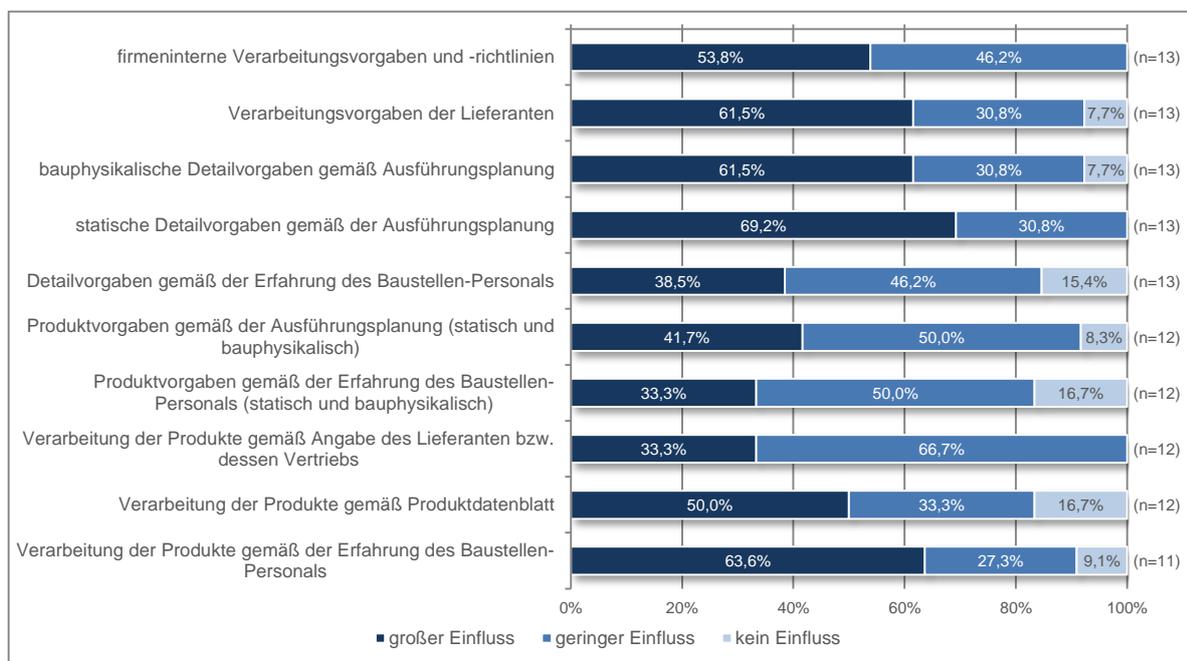
Bild 5.30 Einflüsse der Montagetechnik auf den Projekterfolg im Holzbau (Frage 4.4.2)

Demgegenüber haben die Handhabung schwerer Bauteile (64,3 %), die Toleranzen zu den Gewerken des Ausbaus (58,3 %) und die erforderlichen Hilfskonstruktionen zur Montage (53,8 %) bzw. die Hebeleistung der Hebewerkzeuge (46,2 %) einen geringen Einfluss auf den Projekterfolg.

Frage 4.4.3

Bewerten Sie im Rahmen Ihrer Projekte die Einflüsse der nachfolgenden Randbedingungen in der Materialtechnik im Holzbau auf den gesamten Projekterfolg. Anmerkung: Unter Materialtechnik sind in diesem Zusammenhang vor allem Holz- und Holzwerkstoffe zu verstehen.

Im Rahmen der Bewertung der Einflüsse im Bereich der Materialtechnik ergibt sich das nachfolgende Bild 5.31, welches besagt, dass die statischen Detailvorgaben gemäß der Ausführungsplanung (69,2 %), die Verarbeitung der Produkte gemäß der Erfahrung des Baustellenpersonals (63,6 %), die bauphysikalischen Vorgaben in der Ausführungsplanung bzw. die Verarbeitungsvorgaben der Lieferanten (jeweils 61,5 %) großen Einfluss auf den Projekterfolg haben. Einen geringen Einfluss auf diesen haben die Verarbeitung der Produkte gemäß den Angaben des Lieferanten (66,7 %) und die Produktvorgaben selbst gemäß der Ausführungsplanung bzw. gemäß der Erfahrung des Baustellen-Personals (jeweils 50,0 %).



Frage 4.4.4

Bewerten Sie im Rahmen Ihrer Projekte die Einflüsse der nachfolgenden Randbedingungen in der Verbindungstechnik im Holzbau auf den gesamten Projekterfolg.

Bild 5.31 Einflüsse der Materialtechnik auf den Projekterfolg im Holzbau (Frage 4.4.3)

Ergänzend zu dieser Bewertung der Materialtechnik hat das Thema Verbindungstechnik gemäß Bild 5.32 einen wesentlichen Anteil am Projekterfolg eines Holzbaus. In diesem Themengebiet haben gemäß den Angaben der Experten komplexe Anschlussdetails bzw. deren Geometrien (90,0 %), statische Detailvorgaben gemäß der Ausführungsplanung (80,0 %) und ein großer Materialmix auf der Baustelle (60,0 %) einen großen Einfluss auf den Projekterfolg des Holzbaus. Die Verarbeitungsvorgaben der Lieferanten (70,0 %), die Detailvorgaben gemäß der Erfahrung des Baustellenpersonals sowie die unterschiedlichen Materialien (jeweils 60,0 %) haben hingegen einen geringen Einfluss. Die Logistik und Lagerung der Verbindungsmittel hat demgegenüber lediglich einen geringen

Einfluss (60 %) ebenso wie die Verschiedenartigkeit der Verbindungsmittel in Bezug auf deren Verwechselbarkeit (20,0 %) keinen Einfluss auf den Projekterfolg gemäß den Experten aufweist.

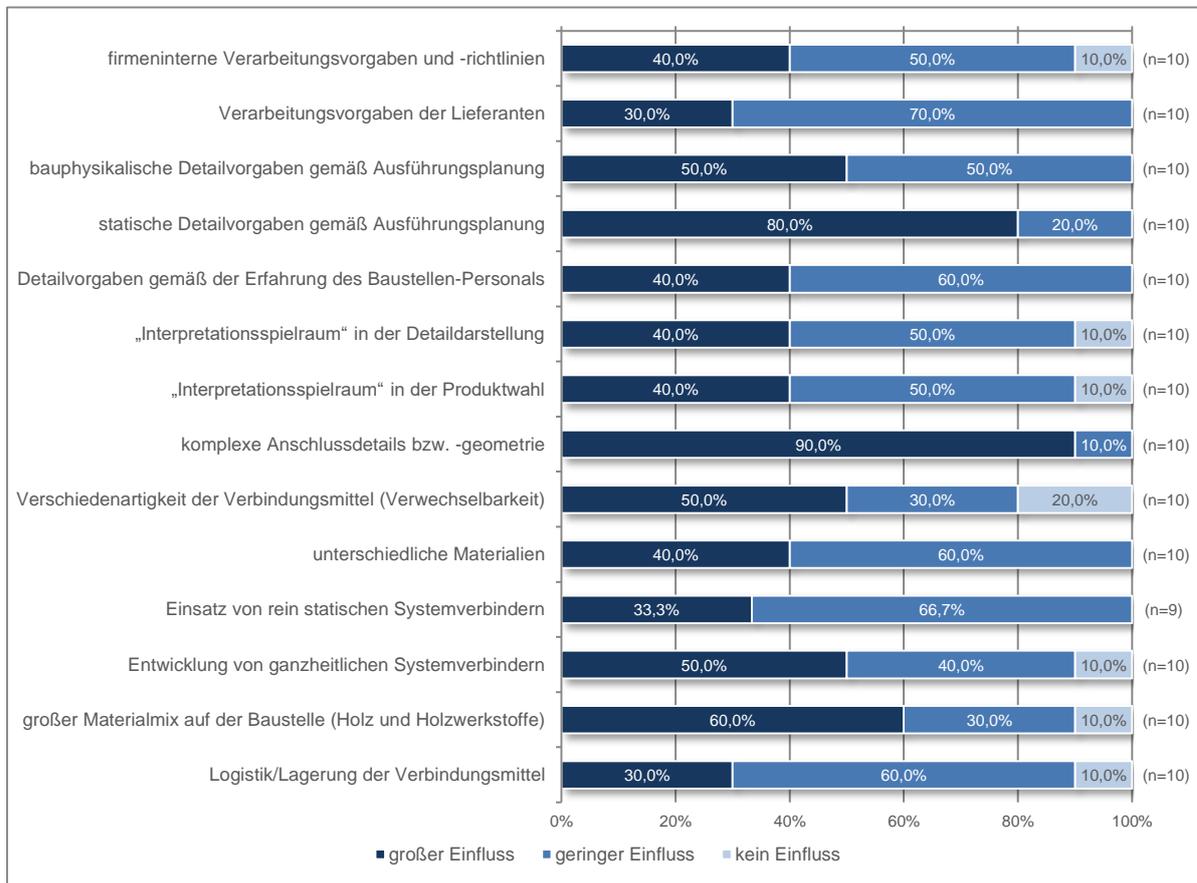


Bild 5.32 Einflüsse der Verbindungstechnik auf den Projekterfolg im Holzbau (Frage 4.4.4)

Im Zuge der Umsetzung des Baubetriebs eines Holzbaus stellt sich die Frage nach der Ressource Personal. Dabei besteht nach Ansicht der Experten gemäß nachfolgendem Bild 5.33 ein über alle Kategorien bzw. Bauweisen hinweg überwiegender Einsatz zu mehr als 50 % von Eigenpersonal für die Montage des Holzbaus. Dennoch zeigt sich, dass in allen Kategorien mehr als 10 % Fremdpersonal eingesetzt wird. Gemischte Teams, welche sich aus Eigen- und Fremdpersonal zusammensetzen, sind vor allem in der 3D-Modulbauweise (31,3 %), im Ingenieurholzbau (28,6 %) und in der 2D-Elementbauweise (23,8 %) anzutreffen.

Eine detaillierte Angabe zur Zusammensetzung der gemischten Teams ist aufgrund der zu geringen Anzahl an Aussagen seitens der Experten als nicht aussagekräftig einzustufen.

Welches Personal setzen Sie bei Ihren Projekten für die Montagen im Rahmen der jeweiligen Holzbauweise großteils ein?

Frage 4.4.7

Und wie setzt sich das gemischte Personal für gewöhnlich zusammen? Geben Sie bitte den Prozentsatz an Fremdpersonal an, den Sie üblicherweise einsetzen

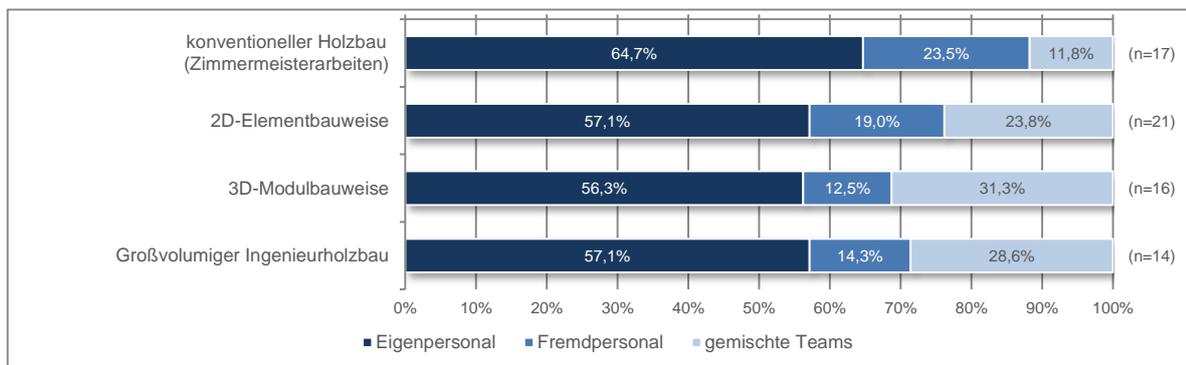


Bild 5.33 Personaleinsatz im Holzbau mit Bezug zur Bauweise (Frage 4.4.6)

Ergänzend zu den angeführten Themen ist ebenso der Bereich Logistik zur und auf der Baustelle sowie die Gerätetechnik wesentlicher Bestandteil des Baubetriebs.

Frage 4.5.3

Welche Transportarten setzen Sie in Ihren Projekten beim Materialtransport zur Baustelle bzw. auf der Baustelle für die jeweilige Bauweise ein?

Dabei wird erkennbar, dass gemäß nachfolgendem Bild 5.34 tendenziell die Transporte zur Baustelle zu mehr als 50 % über alle Kategorien hinweg Fremdtransporte sind, wobei die 3D-Modulbauweise zu 75,0 % und der großvolumige Ingenieurholzbau zu 84,6 % auf Fremdtransporte zurückgreifen. Auf der Baustelle hingegen werden vor allem im konventionellen Holzbau (31,3 %) sowie in der 2D-Elementbauweise (20,0 %) und in der 3D-Modulbauweise (12,5 %) zusätzlich Eigentransporte eingesetzt. Auch auf der Baustelle zeigt sich ein Trend hin zu Fremdtransporten.

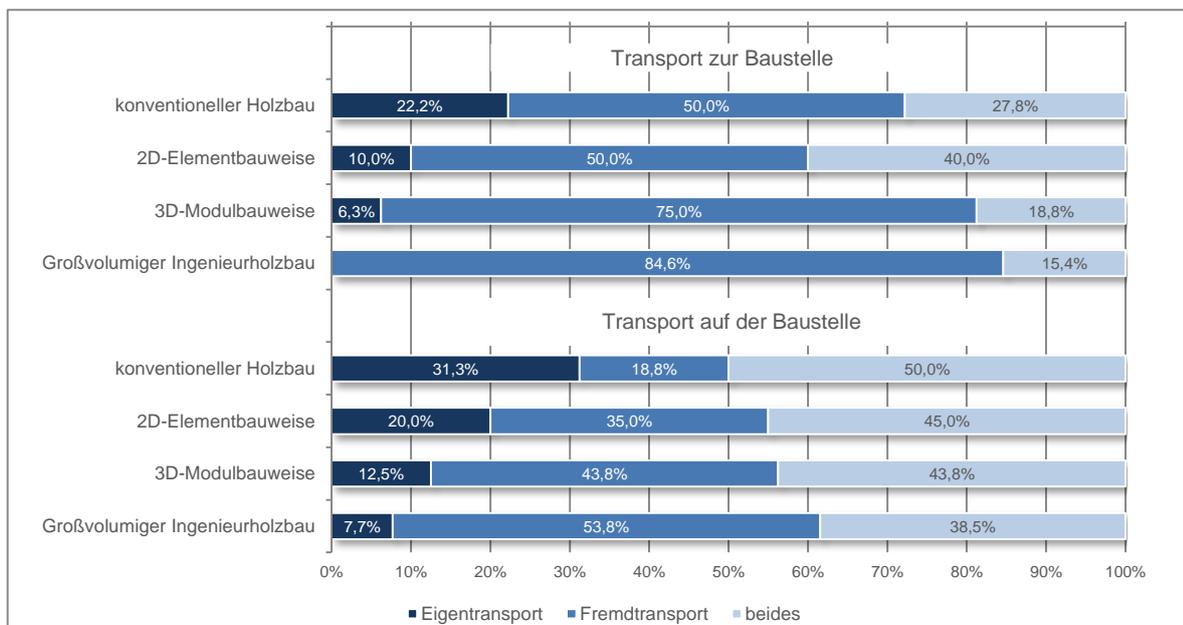


Bild 5.34 Transportarten je Bauweise und Örtlichkeit (Frage 4.5.3)

Ein ähnliches Verhältnis vom Eigengerät zum Fremdgerät ergibt sich im Bereich der unterschiedlichen Arten von Kränen. An dieser Stelle ist vor allem der Klein-LKW mit Hebeeinrichtung eher in Form eines Eigengerätes eingesetzt. Sämtliche Kräne, welche im Holzbau Anwendung finden, wie bspw. Teleskop Mobilkräne, Turmdrehkräne (Oben- und Untendreher) sowie Schellbaukräne haben durchwegs einen mehr als 60-prozentigen Fremdleistungsanteil. (Anmerkung: $n=20$ mit 111 Nennungen bei Grafik 4.5.5)

Frage 4.5.5

Welche der genannten Kranarten sind bei Ihren Projekten Eigen- bzw. Fremdgeräte?

→ Grafik im Anhang

5.6.4 Ergebnisse des Industriellen Holzbaus

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Expertenbefragung unter Bezugnahme auf den Industriellen Holzbau dargestellt. Dabei werden vor allem die Vorfertigung, die Kostensituation sowie die bestehenden Hemmnisse detailliert dargestellt.

5.6.4.1 Ergebnisse zur Vorfertigung im Industriellen Holzbau

Dieser Abschnitt der Untersuchung umfasst das Thema der Vorfertigung im Holzbau sowie den Übergangsbereich vom konventionellen hin zum Industriellen Holzbau. Diese Form des industrialisierten Bauens mit Holz zeichnet sich vor allem durch einen hohen Mechanisierungsgrad aus, welcher sowohl die (Vor-)Fertigung betrifft als auch Baustellenprozesse umfasst. Dabei kommt vor allem dem Einsatz von Halbfertigteilen und Fertigteilen eine erhebliche Bedeutung in diesem Zusammenhang zu.

Die Befragung der Experten ergab, dass sich diese Begriffserklärung folgend 53 % der befragten Personen mit dem Industriellen Holzbau auseinandersetzen und 47 % nicht primär darin tätig sind. (Anmerkung: $n=268$ bei Grafik 5.1.1)

Frage 5.1.1

Sind Sie im Bereich des Industriellen Holzbaus tätig?

→ Grafik im Anhang

Im Falle der Anwendung des Industriellen Bauens stellt sich aufbauend auf die Frage nach den dabei zugrunde gelegten Bauprinzipien folgendes Ergebnis dar. Es werden vor allem 2D-Elemente im Elementmaß häufig eingesetzt (62,5 %). Ebenso wird das 2D-Element im Rastermaß bzw. 2D- oder 3D-Elemente für einzelne Detailpunkte häufig angewandt (jeweils 37,5 %). (Anmerkung: $n=16$ bzw. 17 bei Grafik 5.1.2)

Frage 5.1.2

Welches Bauprinzip des Industriellen Bauens wird in ihrem Unternehmen unabhängig vom Komplettierungsgrad hauptsächlich angewandt?

→ Grafik im Anhang

Aufbauend auf die Elementierungsgrößen wurden die Befragten zu deren Angaben zu den Vorfertigungsstufen einzelner Bauteile gebeten. Dabei wurde in die vier Kategorien konventioneller Holzbau, 2D-Elementbauweise, 3D-Modulbauweise sowie Ingenieurholzbau unterschieden.

Das nachfolgende Bild 5.35 zeigt die Aussagen der Experten zu den einzelnen Vorfertigungsstufen bezogen auf konventionelle Holzbauarbeiten (klassische Zimmermeisterarbeiten). Die Reihung reicht von Bauteilen mit einem geringen (B) bzw. keinem Vorfertigungsgrad (A), über den Einsatz

Frage 5.1.3

Wenden Sie im Rahmen des konventionellen Holzbaus (klassische Zimmermeisterarbeiten) folgende (Vor-)Fertigungsstufen bezogen auf die Bauteile an?

vorgefertigter 2D-Elemente mit einer Beplankung (C) sowie zweiseitig beplankten und gedämmten Elementen (D) bis hin zu 2D-Elementen inkl. Einbauten (Türen, Fenster udgl.) (E) und vormontierten Fassaden und Innenbekleidungen (F). Ergänzt werden diese Bauteile mit vorgefertigten 2D-Klein- und Kleinstelementen (G) über 3D-Kleinmodule (H) jeweils für Detailpunkte bis hin zu 2D-Elementen von Systembauweisen.

Das stark differenzierte Bild 5.35 zeigt, dass klassische Dachtragwerke mit bereits abgeordneten Bauteilen (63,9 %) und mit nicht vorkonfektionierten einzelnen stabförmigen Bauteilen (40,3 %) hergestellt werden. Sie beinhalten jedoch auch vorgefertigte 2D-Elemente mit einseitig aufgebracht Beplankung ohne weitere vorgefertigte Schicht (40,3 %). Im Bereich der Zu- und Umbauten zeigt sich ein ähnliches Bild, wenn auch mit einem deutlich höheren Prozentsatz vorgefertigter Bauteile, vor allem im Einsatz abgeordneter Stäbe (54,2 %), einseitig beplankter 2D-Elemente (68,2 %) und beidseitig beplankter, gedämmter 2D-Elemente (52,8 %). Auch stellen 2D-Klein- und Kleinstelemente für Zu- und Umbauten (48,6 %) eine wesentliche Möglichkeit der Vorfertigung dar. Die Kategorie Nebengebäude und kleinere Holzbauten weist im Gegenzug einen erheblich geringeren Anteil abgeordneter Bauteile bzw. einen deutlich kleineren Komplettierungsgrad auf.

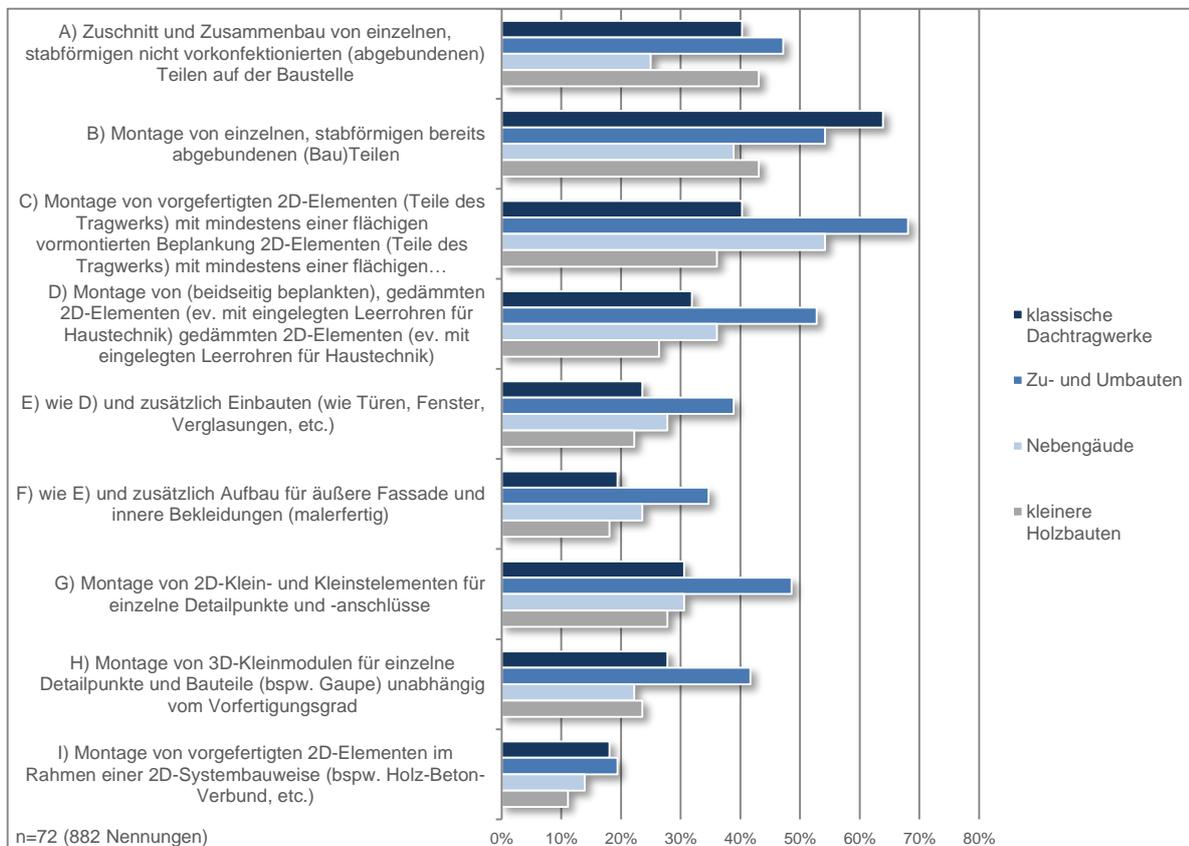


Bild 5.35 Vorfertigungsstufen konventionelle Holzbauarbeiten (Frage 5.1.3)

Das Prinzip unterschiedlicher Vorfertigungsstufen im Bereich der 2D-Elementbauweise zeigt sich im nachfolgenden Bild 5.36. Die Reihung reicht dabei von der Montage einfach beplankter 2D-Elemente (A), über beidseitig beplankte und gedämmte mit Leerrohren versehener 2D-Elemente (B) bis hin zu integrierten Einbauten wie Türen, Fenster udgl. (C) und integrierten Fassaden und Innenbeplankungen (D). Zugleich wird der Einsatz von 2D-Klein- und Kleinstelementen (E) und vorgefertigten 2D-Elementen von Systembauweisen, wie bspw. Holz-Beton-Verbund-Deckenelementen (F) bewertet.

Dabei ist erkennbar, dass die Experten vor allem die Holzleichtbauweise bei Wänden mit Elementen mit geringer bis hin zu großer Vorfertigungstiefe – (A) 69,2 %, (B) 63,1 %, (C) 40,0%, (D) 41,5 % und (E) 46,2 % – anwenden. Eine ähnliche Verteilung gibt auch die Angabe bei Holzleichtbau-Deckenelementen, wenn auch mit etwas geringerer Ausprägung wieder. Im Gegensatz dazu wird im Einsatz von Holzmassivbauwand- und Decken- bzw. Dachelementen ein deutlich kleinerer Prozentsatz an 2D-Elementen mit weiteren Schichtaufbauten vorgefertigt.

Frage 5.1.4

Wenden Sie im Rahmen der 2D-Elementbauweise folgende (Vor-)Fertigungsstufen bezogen auf die Bauteile an?

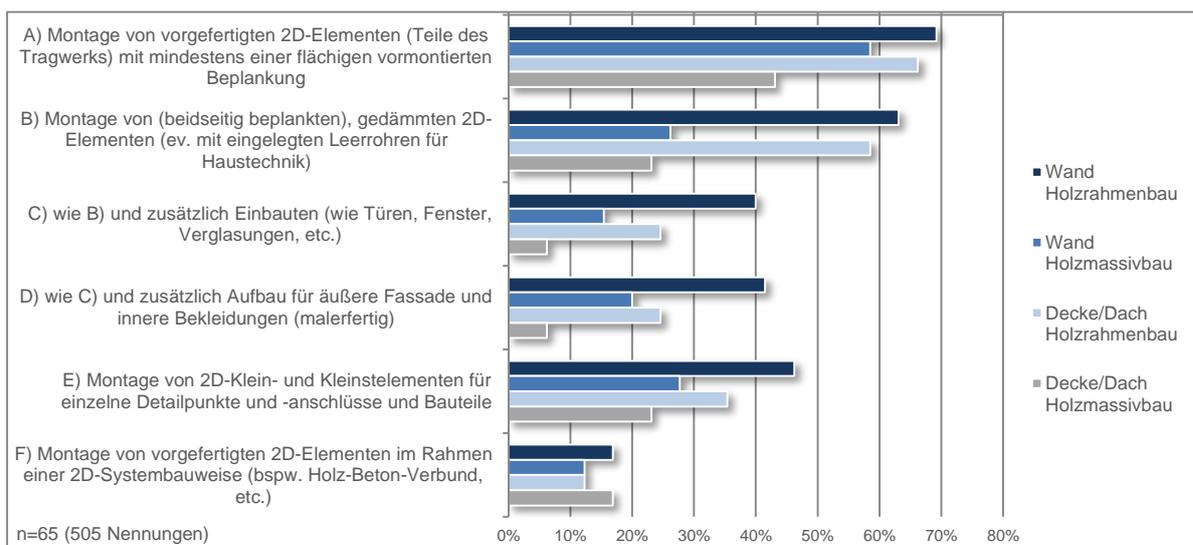


Bild 5.36 Vorfertigungsstufen 2D-Elementbauweise (Frage 5.1.4)

Die Angabe zur 3D-Modulbauweise durch die Experten folgt gemäß Bild 5.37 der Reihung von Rohbauräummodulen mit einseitiger Beplankung bzw. einer Schicht (A), über beidseitig beplankte und gedämmte (B) mit zusätzlichen Einbauten versehene (C) und mit Fassaden- bzw. Innenbekleidungsschichten (D) integrierten Rohbauräummodulen. Des Weiteren wird die Reihung durch mit Roh-Installationen für die TGA komplettierten (E) 3D-Modulen ergänzt, welche von mit Fußbodenaufbauten (F), sämtlichen Maler- und Bodenlegerarbeiten (G) 3D-Modulen bis hin zu fertiggestellten Raumzellen mit Abdichtungs- und Fliesenlegearbeiten sowie einer Komplettierung mit Sanitärgegenständen (H) und auch vorgefertigten Systembauweisen, wie bspw. Holz-Beton-Verbund (I) reichen. Die Experten

Frage 5.1.5

Wenden Sie im Rahmen der 3D-Modulbauweise folgende (Vor-)Fertigungsstufen bezogen auf die Bauteile an?

geben an, dass sie vor allem die Holzleichtbauweisen bei Rohbauräumen mit unterschiedlichen Komplettierungsgraden – (A) 60,0 %, (B) 42,9 %, (C) 31,4 % bis hin zu 3D-Modulen mit integrierter Fassade und Innenbekleidung (D) (42,9 %) – einsetzen. Eine ähnliche Verteilung zeigt sich auch beim Einsatz der Holzmassivbauweise für die unterschiedlichen Vorfertigungsstufen, wenn auch mit einer etwas geringeren Ausprägung. Wesentlich scheint in diesem Zusammenhang die Kombination beider Bauweisen bei den unterschiedlichen Stufen, welche eine deutliche Ausprägung zwischen (A) und (D) aufweisen. Die Komplettierung mit Ausbauwerken bis hin zur schlüsselfertigen Herstellung von (E) bis (H) weist in der 3D-Modulbauweise eine nicht sehr große, wenn auch gleichbleibende Verteilung in der Höhe von rund 20 % über alle Bauweisen und Stufen auf.

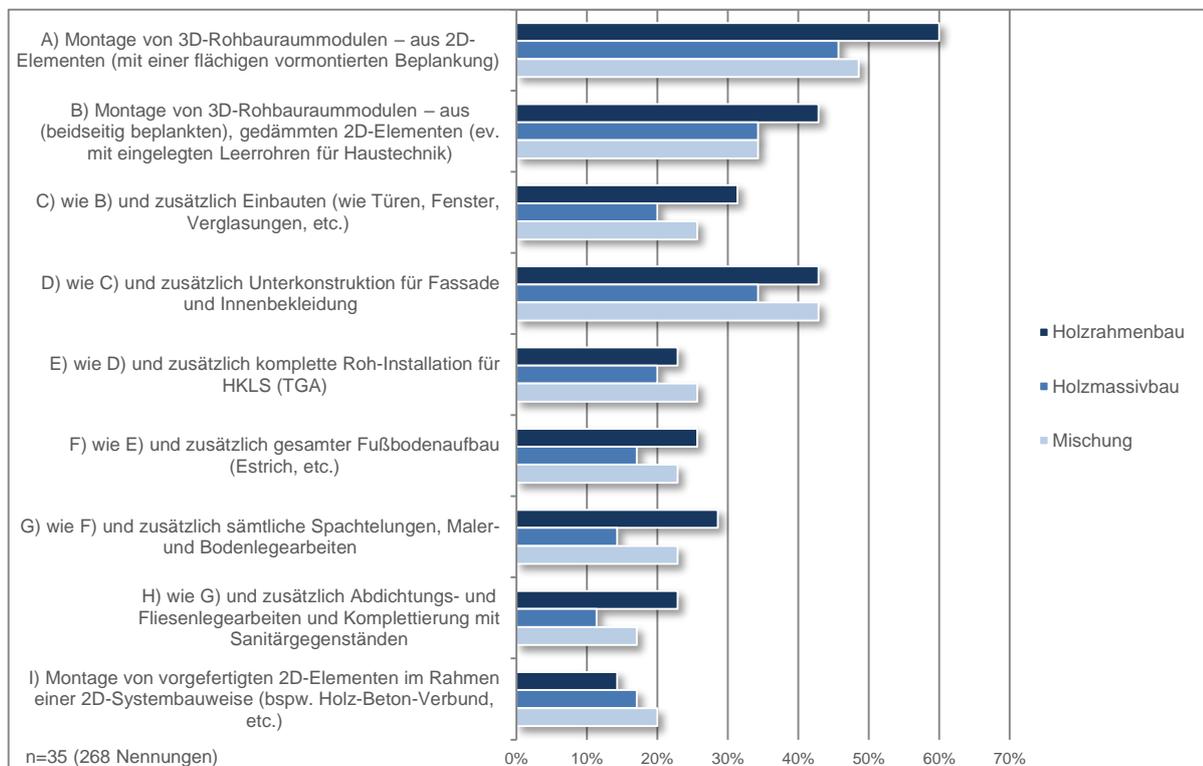


Bild 5.37 Vorfertigungsstufen 3D-Modulbauweise (Frage 5.1.5)

Frage 5.1.6

Wenden Sie im Rahmen des Ingenieurholzbaus folgende (Vor-)Fertigungsstufen bezogen auf die Bauteile an? Mehrfachnennung möglich.

Die Auswertung der Kategorie Ingenieurholzbau erfolgt nach demselben Prinzip. Die Reihung reicht dabei ebenso wie bei den anderen Bereichen vom Einsatz nicht abgegebener (A) Bauteile über abgegebene (B) Komponenten bis hin zu beschichteten Baugruppen mit bereits eingebauten Stahlteilen (C). Fortgeführt wird diese Reihung durch die Berücksichtigung vorgefertigter, einseitig beplankter (D) bzw. beidseitig beplankter und gedämmter 2D-Elemente (E), welche mit Einbauten ergänzt (F) und zusätzlichen Aufbauten für Fassaden und Innenkonstruktionen (G) komplettiert werden. Den Abschluss bilden 2D-Kleinelemente (H), 3D-Kleinmodule (I) sowie der Einsatz von Systembauweisen, wie bspw. Holz-Beton-Verbund-

elemente (J). Das nachfolgende Bild 5.38 zeigt, dass die Befragten abgebundene und beschichtete Bauteile (B) (75,9 %) und auch Einheiten mit bereits eingebauten Stahlteilen (C) (79,3 %) einsetzen. Zusätzlich werden ihrer Angabe nach vor allem einseitig beplankte 2D-Elemente (D) (69,0 %) und beidseitig beplankte und gedämmte 2D-Elemente (E) (75,9 %) eingesetzt.

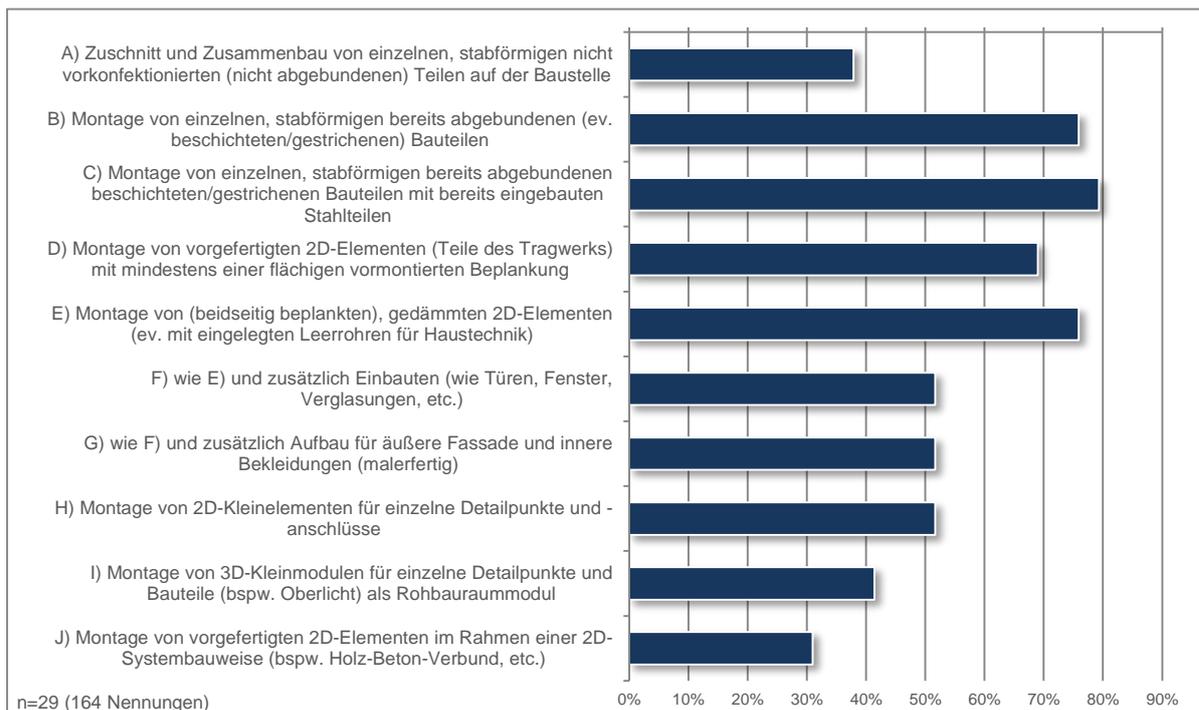


Bild 5.38 Vorfertigungsstufen Ingenieurholzbau (Frage 5.1.6)

Des Weiteren wurden die Befragten gebeten, die Vor- und Nachteile des Industriellen Holzbaus im Vergleich zum mineralischen Massivbau zu identifizieren (Bild 5.39). Demnach sehen die Experten vor allem den Bereich der Montage- bzw. Bauzeit (95,6 %), die Vorfertigung (91,4 %) sowie die Fertigungszeit (86,7 %) als die wesentlichsten Vorteile des Industriellen Holzbaus an. Ebenso werden die Themen der witterungsunabhängigen Fertigung und die hohe Produktqualität (jeweils 72,2 %) neben dem Thema der Lärmbelastigung auf der Baustelle (68,8 %) sowie dem Image und der Nachhaltigkeit (69,8 %) als Vorteile eingestuft. Die Optimierungspotenziale (51,9 %), die Logistik und der Transport (50,7 %) und das Know-how der ausführenden Unternehmen (49,5 %) stellen ebenso grundsätzliche Vorteile dar. Demgegenüber werden das Know-how der Planer (52,5 %), die intensive Planungsphase (44,5 %), die Ausschreibungsphase (34,1 %) sowie die Kosten (33,8 %) als Nachteile des Industriellen Holzbaus eingestuft.

Frage 5.2.1

Welche der folgenden Kriterien stellen Ihrer Meinung nach Vor- bzw. Nachteile des Industriellen Holzbaus im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) dar?

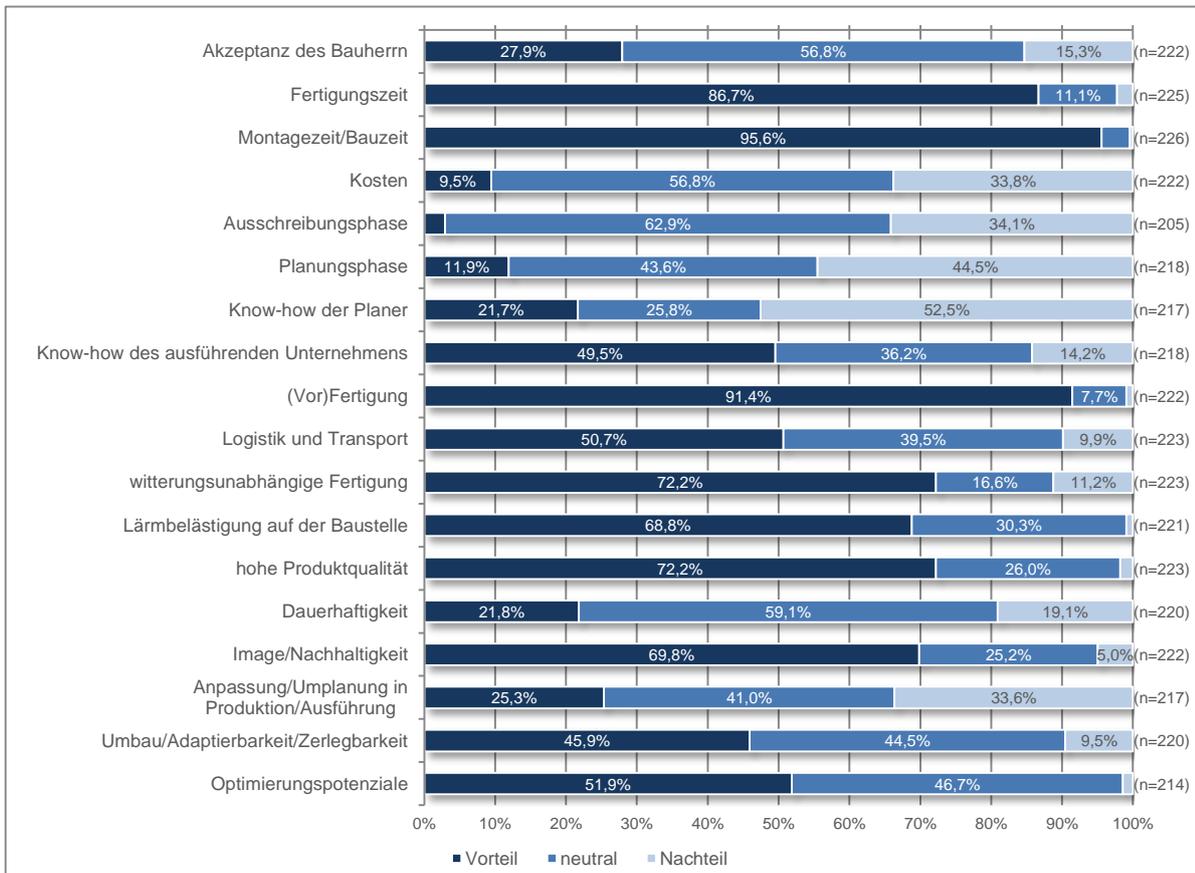


Bild 5.39 Vor- und Nachteile des Industriellen Holzbaus im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Frage 5.2.1)

Frage 5.2.6

Wie schätzen Sie die Adaptierbarkeit der Bausysteme für künftige Umbaumaßnahmen der 2D-Elementbauweise gegenüber dem mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) ein?

Im Zusammenhang mit dem Industriellen Bauen wird häufig auch die Frage nach der nachträglichen Adaptierbarkeit gestellt. Die Angabe der Experten in der Kategorie der 2D-Elementbauweise (Bild 5.40) zeigt, dass bei Unterscheidung in den Holzrahmenbau und den Holzmassivbau tendenziell eine ähnliche Verteilung in der Beurteilung der Adaptierbarkeit eines Holzbaus im Vergleich zum mineralischen Massivbau vorliegt. Dabei wird vor allem Elementen mit einem hohen Komplettierungsgrad zu 50 bzw. 43,8 % eine sehr gute Adaptierbarkeit zugesprochen. Diese liegt jedoch bei vorgefertigten 2D-Klein- und Kleinstelementen bei beiden Bauweisen darunter. Die geringste Adaptierbarkeit wird vorgefertigten Elementen einer Systembauweise, wie bspw. jener der Holz-Beton-Verbund-Systeme zugeordnet.

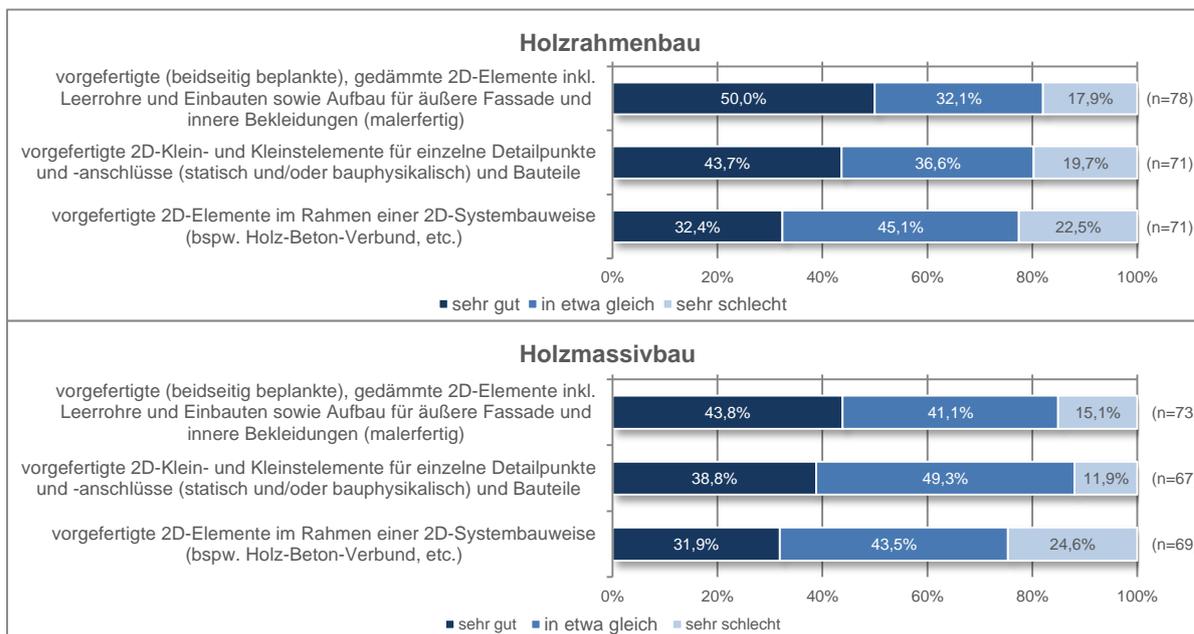


Bild 5.40 Adaptierbarkeit der 2D-Elementbauweise in Abhängigkeit der Bauweise (Frage 5.2.6)

Die Adaptierbarkeit innerhalb der 3D-Modulbauweise wird seitens der Befragten prozentuell geringer angesehen, als jene der 2D-Elementbauweise. Der Prozentsatz einer schlechteren Adaptierbarkeit des Holzbaus gegenüber der mineralischen Massivbauweise ist zwischen 15 und 20 % höher als bei der 3D-Modulbauweise. Dennoch schätzen die Experten diese Kategorie vor allem bei vorgefertigten Rohbauräummodulen, unabhängig ob Holzrahmenbau oder Holzmassivbau, als sehr gut (37,7 bzw. 37,5 %) adaptierbar ein. (Anmerkung: n=61 bis 69 bei Grafik 5.2.7)

Der Ingenieurholzbau wird durch die Experten im Vergleich dazu wiederum eher als sehr gut adaptierbar eingestuft, wobei sämtliche Kategorien zwischen 34 und 44 % als sehr gut adaptierbar eingestuft werden. (Anmerkung: n=60 bis 68 bei Grafik 5.2.8)

Das kontrovers diskutierte Thema des sinnvoll zu erreichenden Vorfertigungsgrades bzw. des Komplettierungsgrades wurde im Zuge der Expertenbefragung betrachtet. Das nachfolgende Bild 5.41 zeigt, dass die Experten über alle Kategorien hinweg – konventionelle Holzbauarbeiten, 2D-Elementbauweise, 3D-Modulbauweise sowie Ingenieurholzbau – mit Ausnahme der 2D-Systembauweisen (Holz-Beton-Verbund) und der 2D-Klein- und Kleinstelemente einen sehr hohen Vorfertigungsgrad als sinnvoll erachten, was sich durch einen Median von zumeist 80 % äußert. Die Streuung der Angaben der Experten ist groß, wobei der untere Quartilwert zwischen 50 und 60 % und der obere zwischen 90 und 100 % liegt. Zusätzlich wird vor allem im Ingenieurholzbau bei stab- und flächenförmigen Bauteilen ein noch höherer Vorfertigungsgrad von über 90 % angegeben.

Frage 5.2.7

Wie schätzen Sie die Adaptierbarkeit der Bausysteme für künftige Umbaumaßnahmen der 3D-Modulbauweise gegenüber dem mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) ein?

➔ Grafik im Anhang

Frage 5.2.8

Wie schätzen Sie die Adaptierbarkeit der Bausysteme für künftige Umbaumaßnahmen des Ingenieurholzbau gegenüber dem mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) bzw. dem Stahlbau ein?

➔ Grafik im Anhang

Frage 5.5.1

Welcher Vorfertigungsgrad ist Ihrer Meinung nach im Industriellen Holzbau sinnvoll?

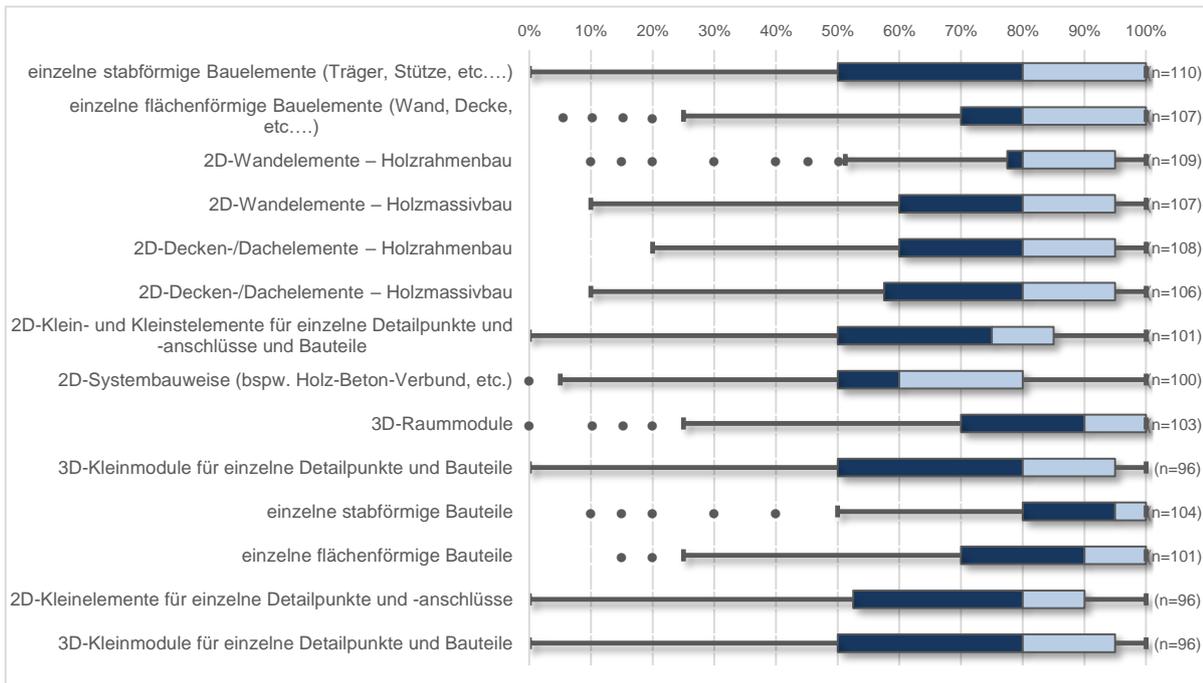


Bild 5.41 Sinnvoller Vorfertigungsgrad in Abhängigkeit von der Bauweise (Frage 5.5.1)

Frage 5.5.2

Welche Schichten, Teile, etc. sollten bei vorgefertigten Bauteilen bereits unbedingt integriert sein?

→ Grafik im Anhang

Die Frage nach den zu integrierenden Schichten (innerhalb der Bauweise) bzw. Teilen ergibt ein differenziertes Bild, welches einerseits sämtliche statischen und konstruktiven Teile, wie tragende und verbindende Komponenten ebenso wie bauphysikalische Bereiche, wie Dämmungen, Dichtungsbänder, Winddichtungen, Dampfbremsen udgl. umfasst. Es zeigt sich, dass neben dem Bereich Fenster, Türen, Fassaden und Abdichtungen vor allem der Bereich der technischen Gebäudeausrüstung mit den Installationskomponenten als wesentlicher Bestandteil in der Vorfertigung angesehen, jedoch noch nicht in allen Produktionen den Möglichkeiten entsprechend berücksichtigt wird. (Anmerkung: n=376 bei Grafik 5.5.2)

Frage 5.5.3

Welche der folgenden Kriterien haben den größten Einfluss auf den maximal erreichbaren Komplettierungsgrad innerhalb der Vorfertigung im Holzbau? Nennen Sie jeweils maximal 5

Abschließend wurden die Experten zu Kriterien im Themenkomplex des Vorfertigungsgrades befragt, welche den größten Einfluss auf den maximal erreichbaren Komplettierungsgrad haben. Das nachfolgende Bild 5.42 stellt diese Verteilung unter Bezugnahme auf die 2D-Element- und die 3D-Modulbauweise dar. Daraus wird ersichtlich, dass das Know-how der Planer (71,2 bzw. 64,2 %), das Know-how der ausführenden Unternehmen (61,9 bzw. 58,7 %) und das Vorhandensein von Systemlösungen in Form eines Bausystems (62,7 bzw. 58,7 %) den größten Einfluss auf den Komplettierungsgrad aufweisen. Zugleich werden das Vorhandensein serieller Detailkonzepte (39,8 bzw. 38,5 %), die maximale Transportgröße (29,7 bzw. 47,7 %) und die Gebäudegeometrie (30,5 bzw. 37,6 %) als kritische Einflussgrößen bezeichnet. Die weiteren genannten Einflussgrößen treten gemäß den Experten mit großteils unter 20 % eher in den Hintergrund.

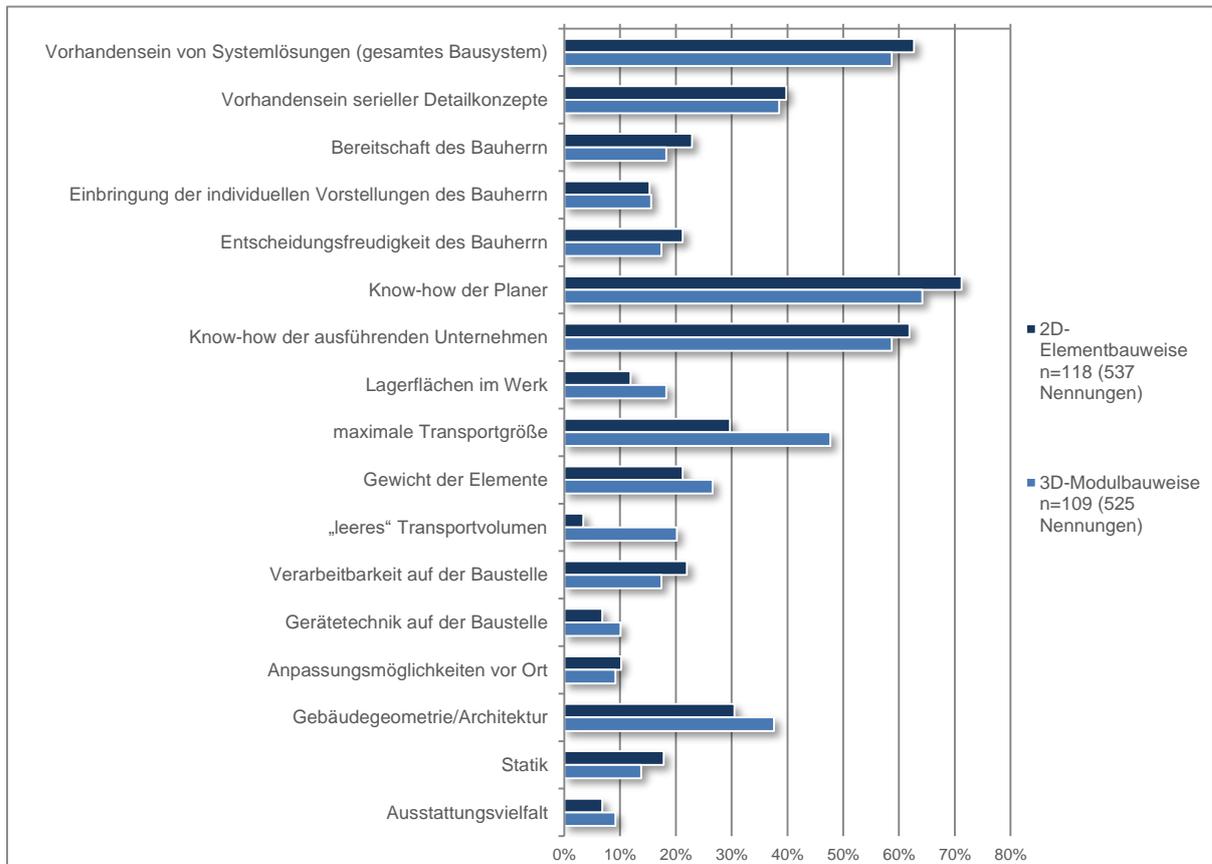


Bild 5.42 Einflusskriterien auf den Komplettierungsgrad (Frage 5.5.3)

Der Grad der Vorfertigung spielt eine wesentliche Rolle im Zusammenhang mit dem Industriellen Bauen. Dennoch tritt neben den technischen Aspekten vor allem das Thema der anfallenden und zu bewertenden Kosten für die Vorfertigung in den Vordergrund.

5.6.4.2 Ergebnisse zur Kostenbetrachtung des Industriellen Holzbau

Aufbauend auf der Darstellung der technisch sinnvollen Konzepte und Systeme des Industriellen Holzbaus bestehen Vor- und Nachteile des Industriellen Holzbaus im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise vor allem in Bezug auf die Kosten. Die Experten gaben eine Bewertung dieser ab und konnten vor allem das Thema Lohnkosten der Montage mit 50,0 %, Baustellengemeinkosten mit 45,7 % sowie Finanzierungssicherheit durch Fixpreise mit 45,0 % als Vorteil nennen. Die Gerüstkosten (34,8 %) und die Transportkosten (33,3 %) wurden als Vor- sowie auch als Nachteil bewertet. Zusätzlich werden auch die Materialeinzelkosten (51,1 %), die Fertigungsgemeinkosten (26,2 %), und die Investitionskosten (30,4 %) als Nachteil des Industriellen Holzbaus gegenüber der mineralischen Massivbauweise eingestuft. (Anmerkung: n=34 bis 47 bei Grafik 5.2.2)

Frage 5.2.2

Welche kostenbezogenen Vor- bzw. Nachteile weist Ihrer Meinung nach der Industrielle Holzbau im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) auf?

→ Grafik im Anhang

Frage 5.2.3

Wie schätzen Sie die Kostensituation der 2D-Elementbauweise gegenüber dem mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) ein?

Die Einschätzung der Kostensituation der einzelnen Bauweisen im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise bezieht sich wie auch der Vorfertigungsgrad auf den unterschiedlichen Komplettierungsgrad. Dabei zeigt sich gemäß Bild 5.43, dass vor allem jene Bauweise mit einem hohen Grad der Komplettierung mit eingebauten Fenstern, Türen udgl. (C) (38,9 bzw. 23,4 %) sowie mit Fassaden- und Innenbekleidungen (D) (43,2 bzw. 27,5 %) im Holzbau günstiger eingestuft wird. Demgegenüber werden vor allem vorgefertigte 2D-Klein- und Kleinstelemente (41,9 bzw. 55,6 %) sowie vorgefertigte 2D-Elemente von Systembauweisen (49,6 bzw. 55,7 %) im Holzbau als teurer eingestuft.

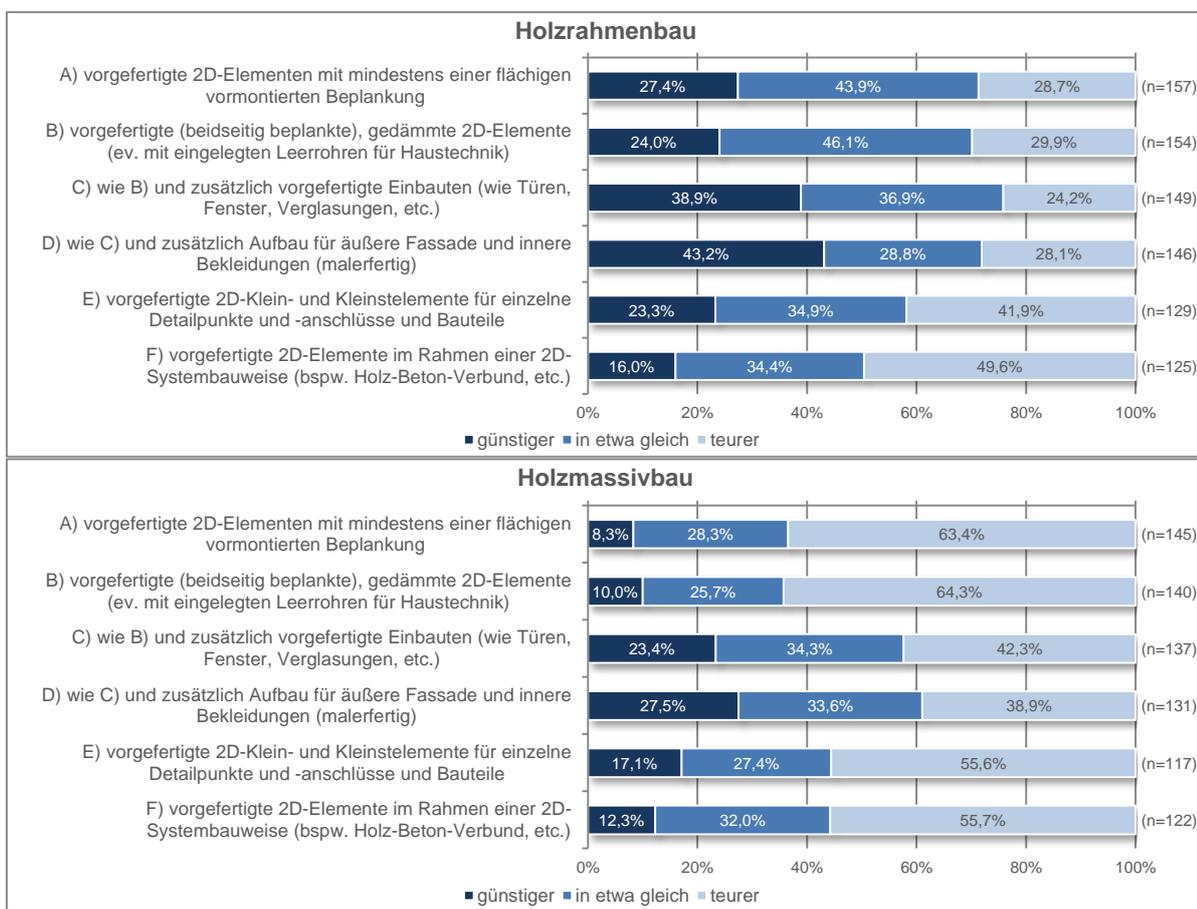


Bild 5.43 Kostensituation der 2D-Elementbauweise im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise in Abhängigkeit des Vorfertigungsgrades (Frage 5.2.3)

Frage 5.2.4

Wie schätzen Sie die Kostensituation der 3D-Modulbauweise gegenüber dem mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) ein?

Bei Betrachtung der 3D-Modulbauweise durch die Experten wird ersichtlich, dass große Uneinigkeit bezugnehmend auf die Kostensituation der Bauweisen besteht. Vor allem in der Holzrahmenbauweise tritt ein über alle Stufen der Vorfertigung reichender Kostenvorteil auf (Bild 5.44). Dieser reicht bei gedämmten Rohbauräumen (A) (25,2 %), über mit kompletter Rohinstallation versehene Module (D) (40,0 %) bis hin zu gänzlich fertig gestellten Module inkl. Fliesen- und Abdichtungsarbeiten und

Sanitärgegenständen (G) (35,8 %). Die Angabe der Experten zu denselben Kategorien der Vorfertigung, jedoch in Bezug auf die Holzmassivbauweise, zeigt geringere Prozentsätze in den einzelnen Bereichen. Dennoch wird im Kostenvergleich der einzelnen Komplettierungsstufen der Holzrahmenbau günstiger eingestuft, als einzelne Bauweisen der Holzmassivbauweise.

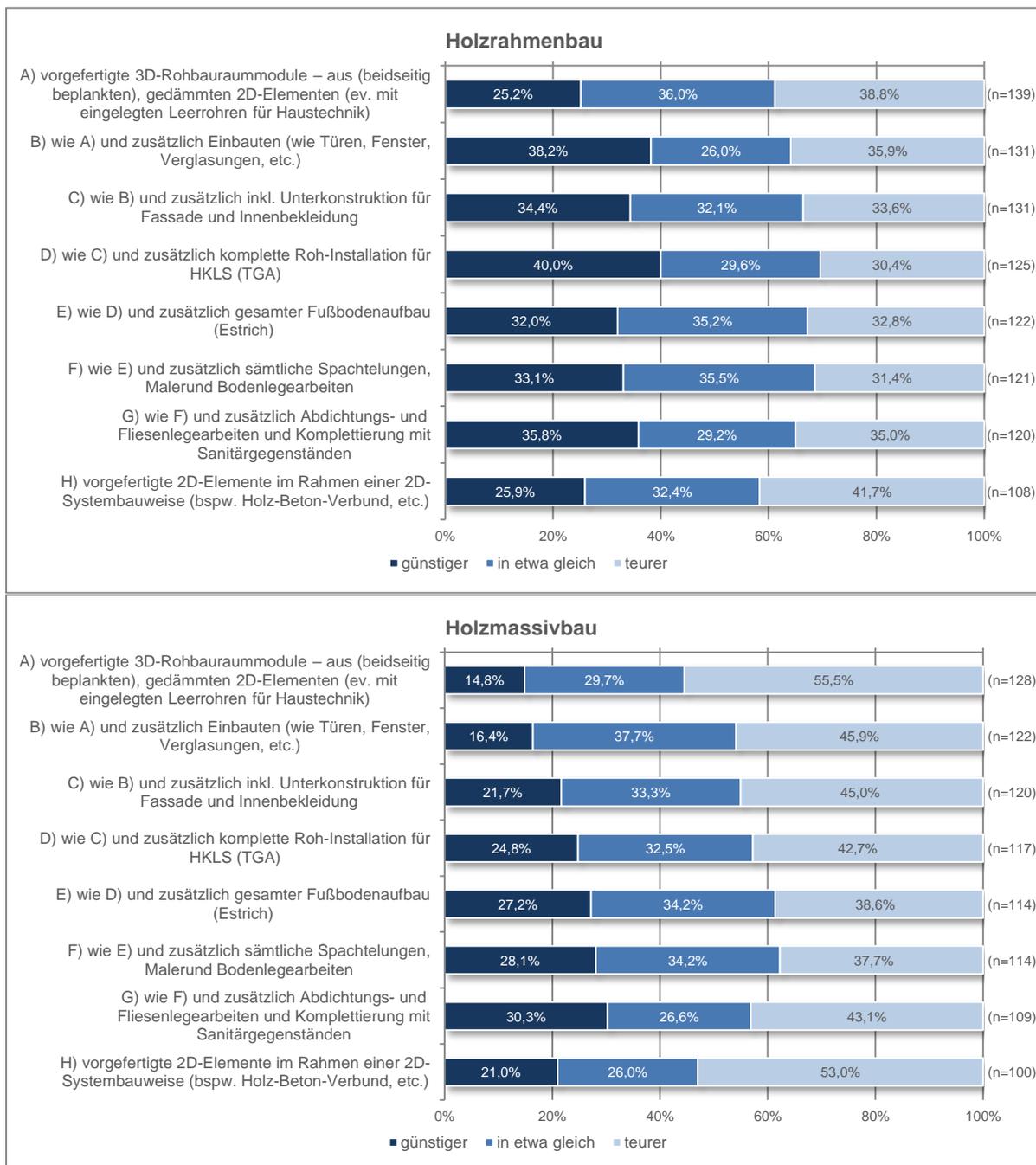


Bild 5.44 Kostensituation der 3D-Modulbauweise im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise in Abhängigkeit des Vorfertigungsgrades (Frage 5.2.4)

Frage 5.2.5

Wie schätzen Sie die Kostensituation des Ingenieurholzbaus gegenüber dem mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) bzw. dem Stahlbau ein?

Im Zuge der Einschätzung der Kostensituation des Ingenieurholzbaus (Bild 5.45) ergibt sich eine ähnliche Verteilung wie bei der 2D-Element- und der 3D-Modulbauweise, wenn auch mit anderer prozentueller Gewichtung. Tendenziell ist festzustellen, dass in diesem Fall die Kosten des Ingenieurholzbaus höher angenommen werden, als im mineralischen Massivbau. Speziell der Einsatz abgebundener Bauteile mit eingebauten Stahlteilen (C) (34,1 %), vorgefertigte einseitig (D) und beidseitig beplankte (E) 2D-Elemente (jeweils rund 33 %) sowie jene mit zusätzlich eingebauten Teilen (F) und Fassaden- und Innenbeplankungen (G) (37,3 bzw. 35,4 %) werden als Kostenvorteil gegenüber der mineralischen Massivbauweise genannt. Zusätzlich wird vor allem die Kostensituation vorgefertigter 3D-Kleinmodule als Rohbauelement für einzelne Detailpunkte als günstiger eingestuft (39,6 %).

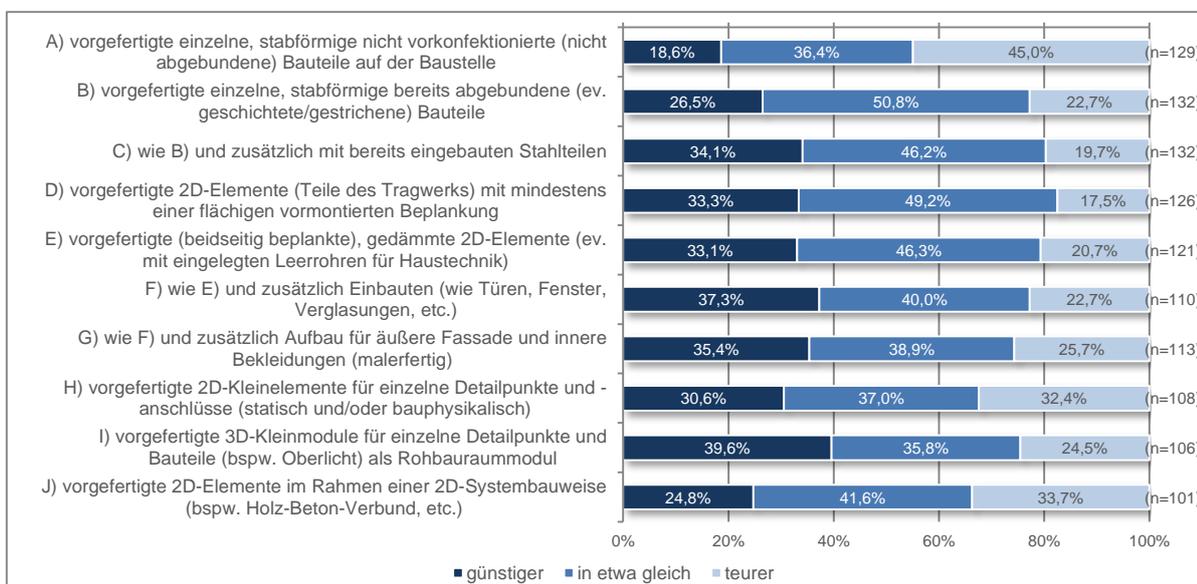


Bild 5.45 Kostensituation des Ingenieurholzbaus im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise in Abhängigkeit des Vorfertigungsgrades (Frage 5.2.5)

Eine eindeutige Tendenz der Vor- und Nachteile wird in Anlehnung an die unterschiedlichen Bauweisen nicht ersichtlich. Es zeigt sich jedoch, dass die Experten vor allem dann einen Kostenvorteil des Industriellen Holzbaus gegenüber dem mineralischen Massivbau ausmachen, wenn der Vorfertigungsgrad hoch und die Komplettierung weitreichend ist.

5.6.4.3 Ergebnisse zu Hemmnissen im Industriellen Holzbau

Trotz des weit verbreiteten Ansatzes im Holzbau in Bezug auf die Vorfertigung sowie den Vorteilen, welche sowohl in technischen Belangen, als auch teilweise in Bezug auf die Kosten gemäß den Angaben der Experten vorliegen, bestehen Hemmnisse gegenüber dem Industriellen Bauen im Allgemeinen sowie auch im holzbaulichen Kontext.

Demnach wurden die Experten um ihre Angabe betreffend der Durchsetzung des Industriellen Bauens sowie der Hintergründe zu den Hemmnissen gebeten. Dabei zeigt sich im Bild 5.46, dass im Bauwesen allgemein vor allem die frühzeitig erforderlichen Bauherrnentscheidungen (56,8 %), die Höhe im Planungsaufwand und die Individualität in der Gestaltung (jeweils 32,4 %), die allgemeine Unsicherheit des Planers (32,4 %) und des Bauherrn (29,7 %) sowie die mangelnde Vergleichbarkeit mit Angeboten des Marktes (29,7 %) und das Image des Industriellen Bauens an sich (27,0 %) Gründe für den geringen Durchsetzungsgrad darstellen.

Im Vergleich dazu sind im Holzbau der Planungsaufwand (47,5 %), die Höhe der Investitionskosten (42,5 %), die allgemeine Unsicherheit des Bauherrn (42,5 %) und des Planers (35,0 %) sowie die frühzeitigen Bauherrnentscheidungen (35,0 %) und die mangelnde Vergleichbarkeit von Angeboten am Markt (30,0 %) die Hauptgründe in der geringen Durchsetzung des Industriellen Holzbaus. Das Thema Image des Baustoffs hat im Holzbau eine wesentlich geringere Bedeutung (12,5 %) als jene im Bauwesen allgemein. Zusätzlich wird erkennbar, dass vor allem die Unterschiede die Höhe der Herstellkosten für das Unternehmen, die Höhe der Investitionskosten für den Bauherrn sowie die Einmaligkeit der Investition betreffend deutlich ausgeprägt sind.

Frage 5.4.1

Warum konnten sich Ihrer Meinung nach industriell vorgefertigte Bauwerke allgemein bzw. im Holzbau bisher nicht durchsetzen? Nennen Sie jeweils die 5 wesentlichsten Gründe.

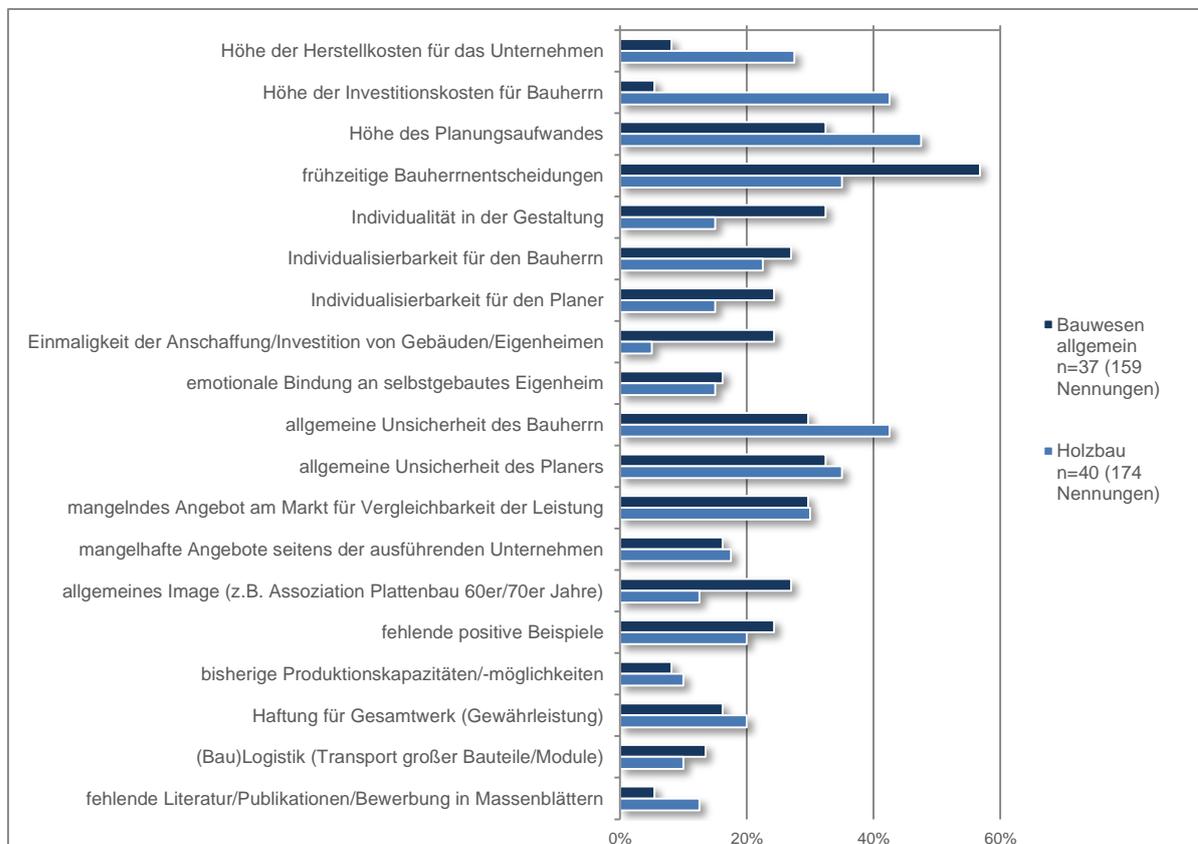


Bild 5.46 Hemmnisse in der Durchsetzung Industriell vorgefertigter Bauweisen (Frage 5.4.1)

Frage 5.4.2

Industrielles Bauen wird vom Kunden oftmals mit monotonen Plattenbauweisen der 60 / 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts assoziiert. Durch welche Maßnahmen lässt sich Ihrer Meinung nach das Image des Industriellen Bauens am effizientesten verbessern und wodurch verschlechtert es sich zusätzlich?

→ Grafik im Anhang

Es stellt sich somit die Frage, welche Maßnahmen dazu beitragen, das Image des Industriellen Bauens zu verbessern und bestehende Hemmnisse abzubauen. Die Experten gaben diesbezüglich an, dass unabhängig davon, ob das Bauwesen allgemein oder der Holzbau speziell betrachtet wird, vor allem die Realisierung von Leuchtturmprojekten (77,1 bzw. 88,9 %), die Schaffung industrieller Standards (77,4 bzw. 80,0 %), die Preisreduktion durch die Gesamtbetrachtung (Bauzeit, frühzeitiger Bezug, Transportanzahl udgl.) (71,9 bzw. 75,8 %) sowie die Erstellung serieller Konzepte im Detail auf Unternehmensebene (62,1 bzw. 71,0 %) eine effiziente Möglichkeit zur Verbesserung des Images darstellten. Dennoch weist der Holzbau des Weiteren zusätzlich zum Bauwesen allgemein durch die ganzheitliche Betrachtung des Lebenszyklus (79,4 %), durch den Aufbau von Informationsplattformen (78,1 %) sowie durch spezielle Fördersysteme für rasches und qualitätsvolles Bauen (71,9 %) und durch Weiterbildungsangebote für Planer (77,1 %) und ausführende Unternehmen (68,8 %) imageverbessernde Maßnahmen auf. (Anmerkung: n=27 bis 36 bei Grafik 5.4.2)

Frage 5.4.3

Wie relevant sind Ihrer Meinung nach die folgenden Randbedingungen im Industriellen Holzbau in Bezug auf das dabei auftretende Risiko?

Wesentlich ist in diesem Zusammenhang ist auch die Risikoeinschätzung der Experten in Bezug auf auftretende Randbedingungen im Rahmen des Industriellen Holzbaus.

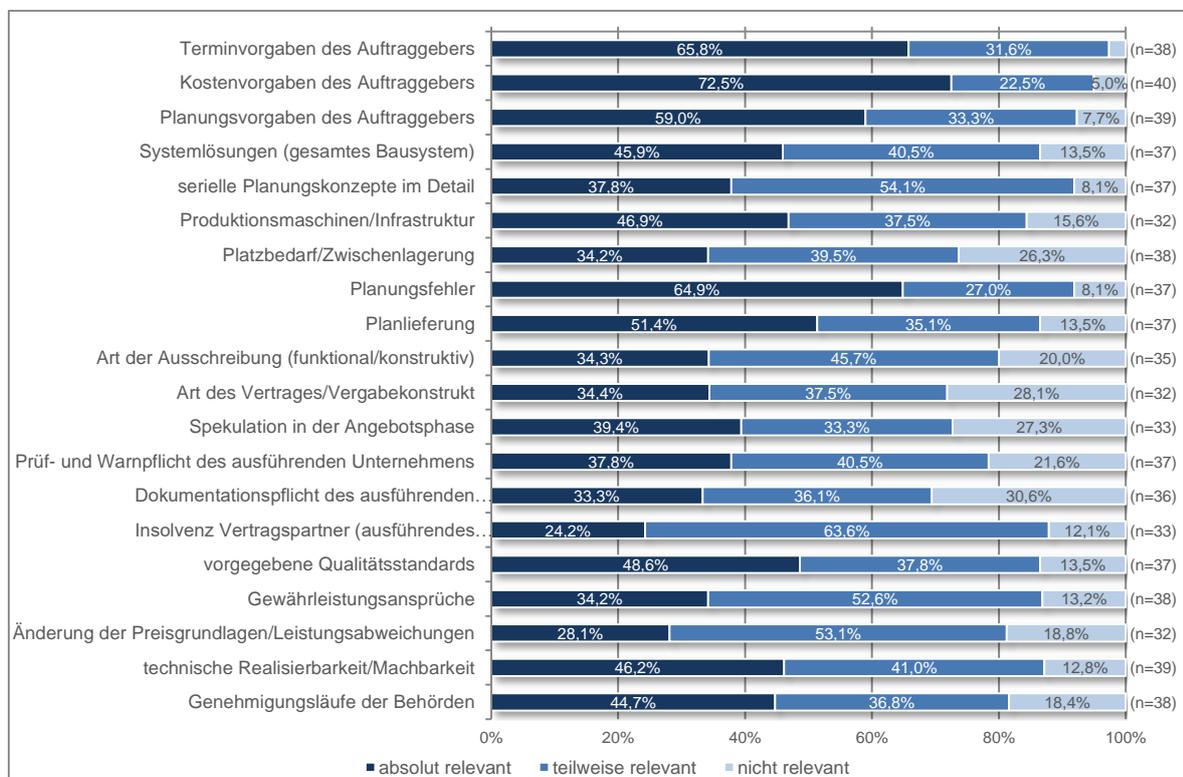


Bild 5.47 Risikoeinschätzung unterschiedlicher Randbedingungen im Industriellen Holzbau (Frage 5.4.3)

Die Experten bewerten gemäß Bild 5.47 vor allem die Kosten- und Terminvorgabe des Bauherrn (72,5 bzw. 65,8 %) ebenso wie Planungsfehler (64,9 %) und Planungsvorgaben des Auftraggebers (59,0 %) als absolut relevantes Risiko. Zusätzlich wird die Planlieferung (51,4 %), die vorgegebenen Qualitätsstandards (48,6 %) sowie die Produktionsinfrastruktur (46,9 %), die notwendigen Systemlösungen des gesamten Bausystems (45,9 %) und die technische Realisierbarkeit (46,2 %) neben den Genehmigungsläufen der Behörden (44,7 %) in der Risikobewertung als relevant eingestuft. Demgegenüber wird die Dokumentationspflicht des ausführenden Unternehmens (30,6 %), die Art des Vertrages (28,1 %), die Spekulation in der Angebotsphase (27,3 %) sowie der Platzbedarf für die Zwischenlagerung (26,3 %) im Vergleich zu anderen als weniger relevant im Sinne der Risikoeinschätzung bewertet.

Die Hemmnisse des Industriellen Bauens bzw. die Vorurteile gegenüber dieser Bauweise sowie die Risikoeinschätzung aufgrund auftretender Randbedingungen lassen dennoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass sich zahlreiche Unternehmen des Holzbaus in den letzten Jahren vermehrt dazu entschlossen haben, industrielle Bausysteme zu entwickeln bzw. diese am Markt anzubieten. Die Gründe hierfür liegen nach Ansicht der Experten gemäß Bild 5.48 vor allem im Bereich der Effizienzsteigerung (55,3 %), in der Markterweiterung (47,7 %), in der technischen Weiterentwicklung (42,1 %) sowie in der Möglichkeit der Umsatzsteigerung und zusätzlichen Wachstumsmöglichkeit (39,5 %). Daneben zählt aber auch das Interesse an neuen Bausystemen (28,9 %) zu den Gründen für die Weiterentwicklung bzw. den Einsatz des Industriellen Holzbaus. Es zeigt sich, dass die Gründe für einen Industriellen Holzbau deutlich höher bewertet werden, als jene des Bauwesens allgemein.

Frage 5.3.5

Warum hat sich Ihr Unternehmen Ihrer Ansicht nach dazu entschlossen, industrielle Bauvorhaben zu realisieren bzw. sich damit zu beschäftigen? Nennen Sie jeweils die zwei wesentlichsten Kriterien?

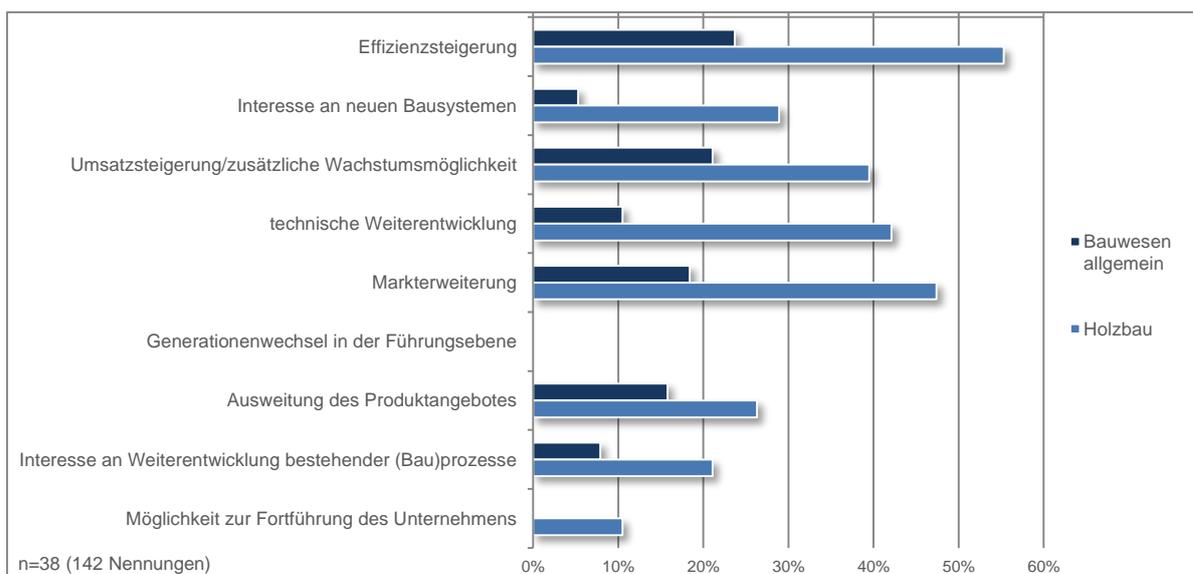


Bild 5.48 Gründe für Realisierung industrieller Bauvorhaben (Frage 5.3.5)

5.6.5 Ergebnisse zu Ausschreibung, Kosten und Kalkulation im Holzbau

In der Umfrage wurden die Experten auch zum Themenkomplex Kosten, Ausschreibung und Kalkulation befragt. Dieser Teil der Befragung soll einen Einblick in die Kostensituation des Holzbaus ermöglichen und die Kostenermittlung aufbauend auf die Ausschreibung näher beleuchten.

5.6.5.1 Ergebnisse zur Ausschreibung und Vergabe

Frage 6.1.1

Wie hoch schätzen Sie den durchschnittlichen Planungsstand (Reifegrad) der Ausführungsplanung bei Holzbauten ein, auf dessen Basis Sie eine Ausschreibung erstellen sollen bzw. im Allgemeinen erstellt wird?

Die Befragung ging zu Beginn dieses Themenbereiches auf den durchschnittlichen Planungsstand der Ausführungsplanung ein, auf dessen Basis die Ausschreibung durch die Planer erfolgt. Dabei wird ein sehr differenziertes Themenfeld gemäß Bild 5.49 erkennbar, da die befragten Planer generell von einem hohen Reifegrad der Planung bei Beginn der Ausschreibung ausgehen. Dabei schätzen 18,6 bzw. 23,3 % der Experten bei klassischen Dachtragwerken sowie Zu- und Umbauten einen Reifegrad der Planung von über 80 %. Der Anteil mit einem Planungsstand von < 40 % ist in diesen beiden Kategorien deutlich größer (34,9 bzw. 30,2 %). In der Kategorie der 2D-Elementbauweise liegt der Planungsstand von > 80 % im Holzrahmenbau bei 26,2 % bzw. im Holzmassivbau bei 38,1 % sowie bei 2D-Systembauweisen, wie bspw. Holz-Beton-Verbunddecken bei 45,0 %. Die 3D-Modulbauweise weist nach Ansicht der Experten einen wesentlich höheren Reifegrad der Ausführungsplanung im Zuge der Ausschreibung auf. Dieser wird bei Rohbauräummodulen von 68,4 %, bei belagsfertigen Modulen von 69,2 % und bei schlüsselfertigen Modulen von 74,4 % der Experten als > 80 % eingestuft. Der Ingenieurholzbau hat im Gegenzug einen etwas geringeren Anteil von > 80 % Reifegrad und liegt bei 43,0 %. Dennoch sind die Experten auch größtenteils der Ansicht, dass der Reifegrad vor allem bei traditionellen Holzbauten und der 2D-Elementbauweise zwischen 60 und 80 % und auch deutlich darunter liegt.

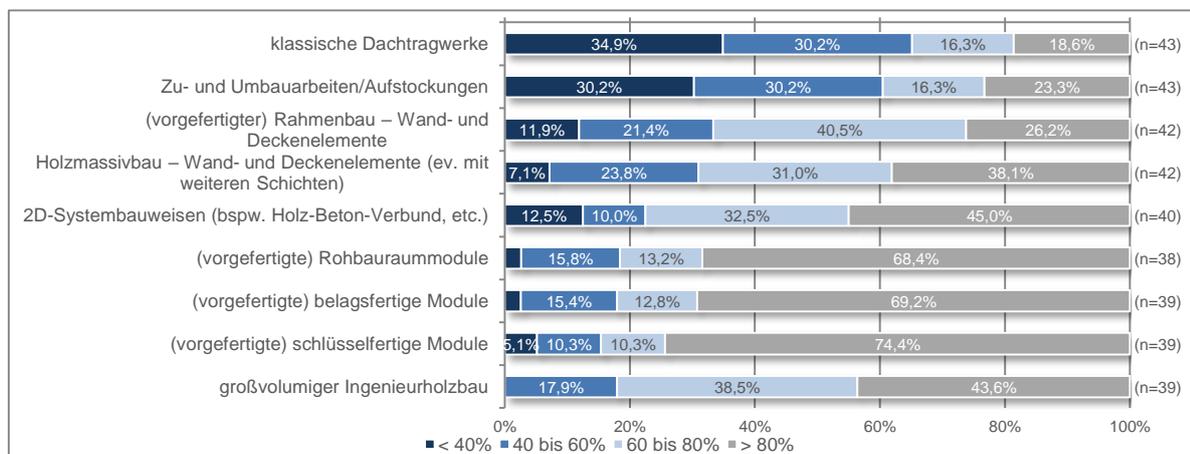


Bild 5.49 Reifegrad der Ausführungsplanung zum Zeitpunkt der Ausschreibung (Frage 6.1.1)

Im Vergleich dazu ist die Betrachtung des Fortschrittes bzw. Planungsstandes (Reifegrad) der Ausführungsplanung zum Zeitpunkt der Angebotsphase seitens der Unternehmen ebenso wesentlich. Dabei zeigen Bild 5.50 und Bild 5.51 als Ergebnis der Befragung der Ausführenden, dass in Abhängigkeit, ob eine konstruktive Ausschreibung oder funktionale Ausschreibung vorliegt, der Reifegrad von den Ausführenden anders eingeschätzt wird, als jener zum Zeitpunkt der Ausschreibung von den Planenden. Im Zuge einer Angebotslegung aufbauend auf eine konstruktive Ausschreibung ist der Reifegrad der Ausführungsplanung bei der 2D-Elementbauweise selten höher als 80 % (13,5 bzw. 19,4 %). Demgegenüber sehen die Befragten den Reifegrad in diesen Kategorien oftmals auch geringer als 40 % an (21,6 bzw. 22,2 %). Die 3D-Modulbauweise weist im Gegensatz dazu einen größeren Anteil eines 80-prozentigen Reifegrades auf. Dieser wird bei Rohbauräummodulen (21,4 %) geringer als bei belagsfertigen Modulen (29,6 %) und schlüsselfertigen Modulen (35,7 %) angegeben. Auch in dieser Kategorie wird ersichtlich, dass ein Großteil der Ausführenden der Ansicht ist, dass der Reifegrad zwischen 60 % und 80 % und darunter liegt.

Frage 6.1.2

Wie hoch schätzen Sie den durchschnittlichen Planungsstand (Reifegrad) der Ausführungsplanung bei Holzbauten in der Angebotsphase ein, auf dessen Basis Sie ein Angebot erstellen sollen bzw. im Allgemeinen erstellt wird?

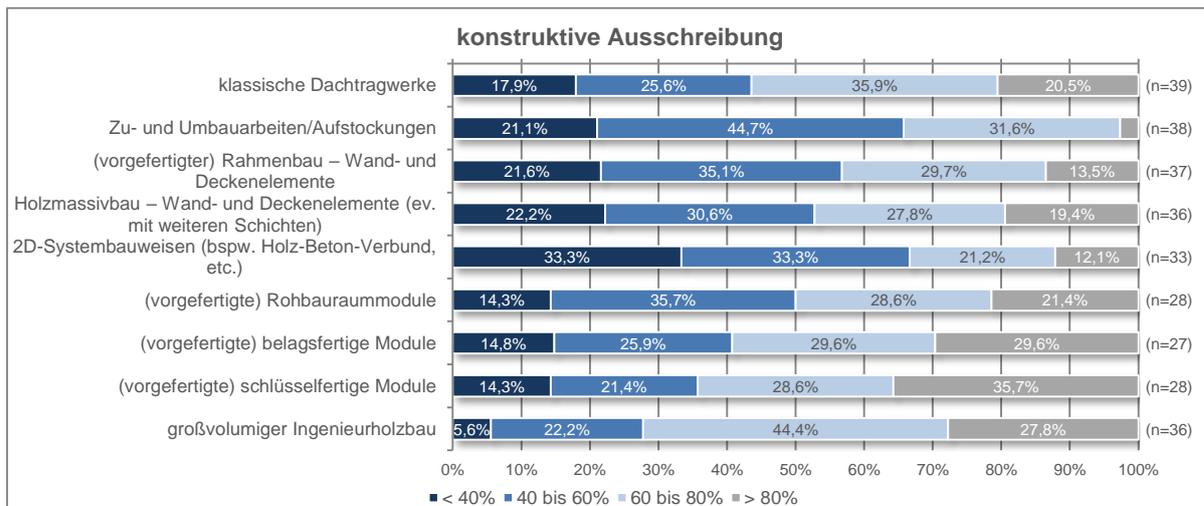


Bild 5.50 Reifegrad der Ausführungsplanung zum Zeitpunkt der Angebotslegung – konstruktive Ausschreibung (Frage 6.1.2)

Bei Betrachtung der funktionalen Ausschreibung wird erkennbar, dass der Reifegrad deutlich geringer ist, als bei einer konstruktiven Ausschreibung und tendenziell über alle Kategorien hinweg unter 40 % liegt. Die Experten sehen in allen Kategorien dies zu über 40 bis zu 50 % als zutreffend an, lediglich der Ingenieurholzbau hat hierbei einen geringeren Anteil. Damit wird erkennbar, dass der Reifegrad der Ausführungsplanung generell bei funktionalen Ausschreibungen deutlich geringer ist, als bei konstruktiven Ausschreibungen, was auch dem Grundprinzip dieser Ausschreibungsart entspricht.

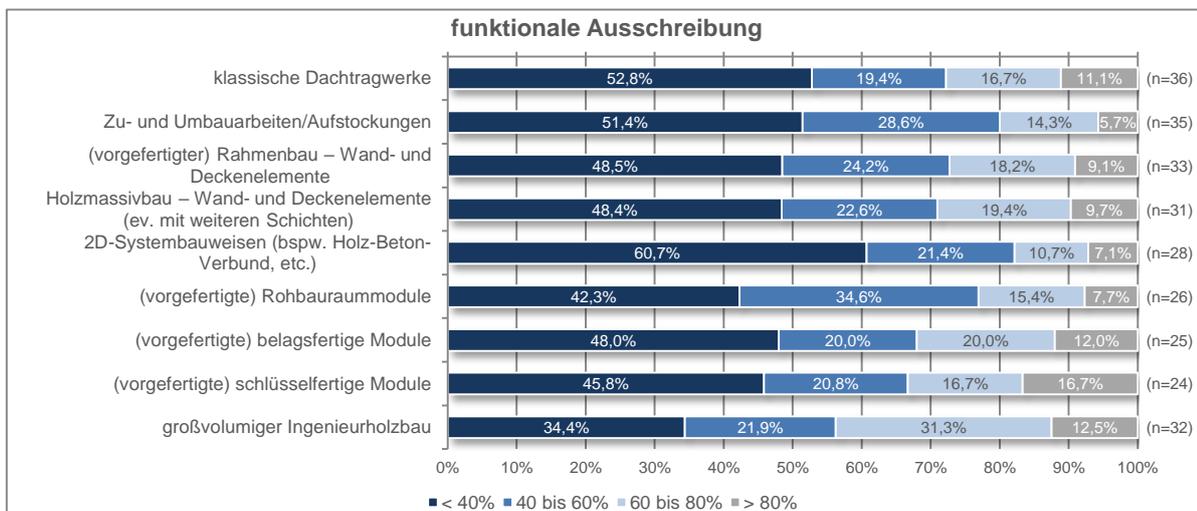


Bild 5.51 Reifegrad der Ausführungsplanung zum Zeitpunkt der Angebotslegung – funktionale Ausschreibung (Frage 6.1.2)

Frage 6.1.3

Welche der nachfolgend genannten unterstützenden Ausschreibungsunterlagen verwenden Sie im Rahmen Ihrer Ausschreibungen von Holzbauten bzw. werden Ihrer Ansicht nach im Allgemeinen verwendet?

Im Zuge einer Ausschreibung stellt sich die Frage, welche Basis diese hat bzw. welche unterstützenden Ausschreibungsunterlagen verwendet werden. Die meisten Experten gaben diesbezüglich an (Bild 5.52), dass sie, unabhängig welche Bauweise ausgeschrieben wird, auf eigene über die Jahre gesammelte Ausschreibungsunterlagen zurückgreifen. 75 % gaben dies im Falle konventioneller Holzbauarbeiten, 64,6 bei der 2D-Elementbauweise (Holzrahmenbau) und der 52,1 % bei der Holzmassivbauweise an. Ergänzend dazu werden Ausschreibungsunterlagen auch in Form vorgegebener Ausschreibungstexte ausführender Holzbauunternehmen je nach Bauweise verwendet (20 bzw. 35 %). Die bisherige Standardleistungsbeschreibung LG 36 Zimmermeisterarbeiten wird zwar für konventionelle Holzbauarbeiten eingesetzt (35,4 %), jedoch nicht für die 2D-Elementbauweise (27,1 bzw. 22,9 %) und die 3D-Modulbauweise bzw. den Ingenieurholzbau (jeweils 8,3 %). Demgegenüber steht die neue Standardleistungsbeschreibung LG 36 Holzbauarbeiten aus dem Jahr 2017, welche vor allem für die Ausschreibung der 2D-Elementbauweise eingesetzt wird (27,1 bzw. 25,0 %). Der Ingenieurholzbau wird gemäß den Experten auf Basis vorgegebener Ausschreibungstexte von Tragwerksplanern ausgeschrieben (29,2 %). Ebenso werden über alle Bauweisen hinweg vorgegebene Ausschreibungstexte von Architekten und Generalplanern eingesetzt (rund 20 %).

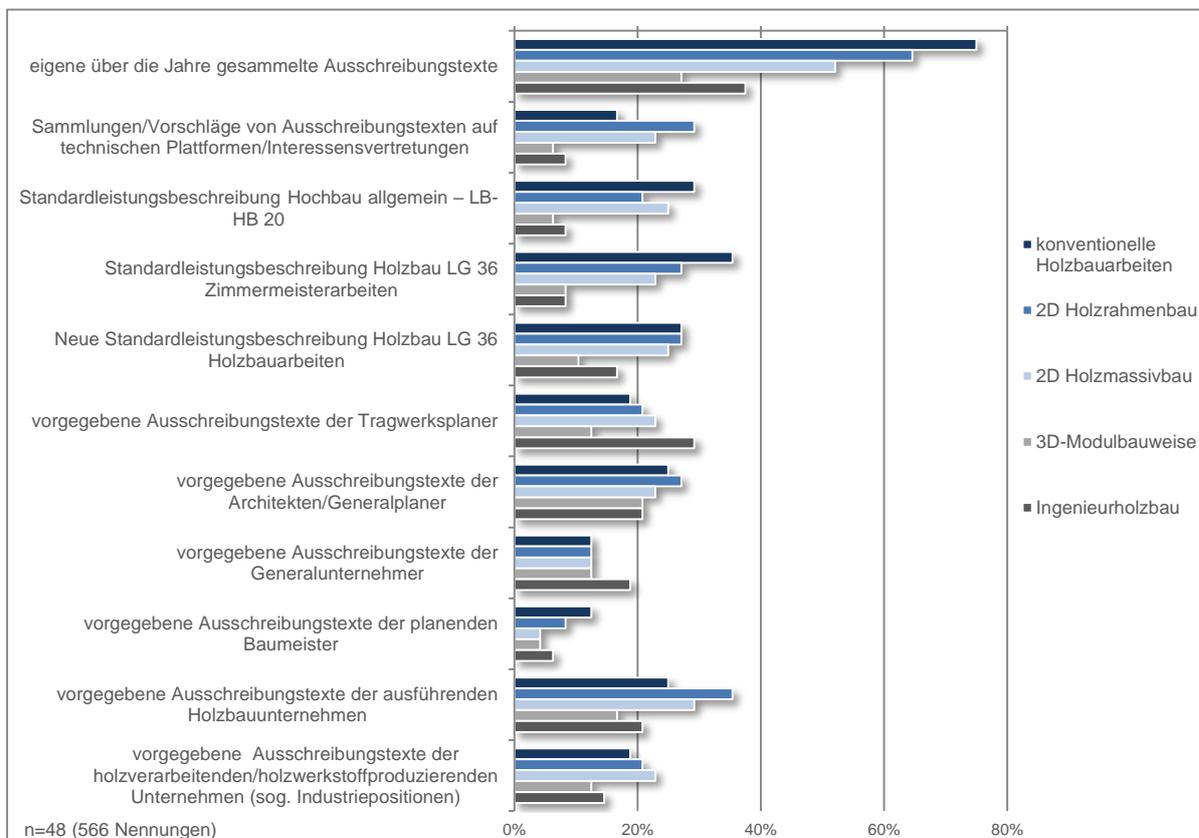


Bild 5.52 Einsatz unterstützender Ausschreibungsunterlagen (Frage 6.1.3)

Auf die Frage, wer die Ausschreibung in den Unternehmen durchführt, antworteten die Experten, dass die Ausschreibung konventioneller Holzbauarbeiten und jene für die 2D-Elementbauweise (rund 60 %) bzw. die 3D-Modulbauweise sowie des Ingenieurholzbaus (jeweils rund 40 %) eigene Angestellte der Unternehmen durchführen. Interessant scheint, dass unabhängig von der Bauweise ausführende Holzbauunternehmen und ebenso ausführende Generalunternehmer diese Tätigkeit übernehmen (rund 10 %). Zugleich werden die Ausschreibungsarbeiten von externen Architekten (10 %) und von spezialisierten Ausschreibungsbüros (rund 8 bis 10 %) übernommen. (Anmerkung: n=39 mit 182 Nennungen bei Grafik 6.1.5)

Die Experten wurden auch um Angaben zu unterschiedlichen Vergabemodellen, welche im Rahmen einer Ausschreibung auftreten, befragt. Dabei zeigt sich, dass vor allem bei konventionellen Holzbauarbeiten die klassische (gewerkeweise) Einzelvergabe (72,7 %) und die Paketvergabe (29,5 %) sowie die Vergabe an Generalunternehmer (15,9 %) eingesetzt wird. Zusätzlich werden Ausschreibungsprojekte der 2D-Elementbauweise im Paket vergeben (40,9 %) und in Form einer gewerkeweisen Einzelvergabe bzw. durch eine Vergabe an einen Generalunternehmer be-

Frage 6.1.5

Wer führt die Ausschreibungen in Ihrem bzw. für Ihr Unternehmen operativ durch?

→ Grafik im Anhang

Frage 6.1.6

Erscheinen Ihnen die folgenden Modelle derzeit für eine Ausschreibung im Holzbau geeignet?

werkstelligt (36,4 bzw. 34,1 %). Die Ausschreibung einer 3D-Modulbauweise wird als Gesamtpaket vergeben (45,5 %) oder durch eine Vergabe an einen General- bzw. an einen Totalunternehmer durchgeführt (36,4 bzw. 29,5 %). Ebenso werden Modelle, wie Design-bid-build und Design & build sowie Partnering Modelle zur Ausschreibung herangezogen, wenn auch von weniger Befragten.

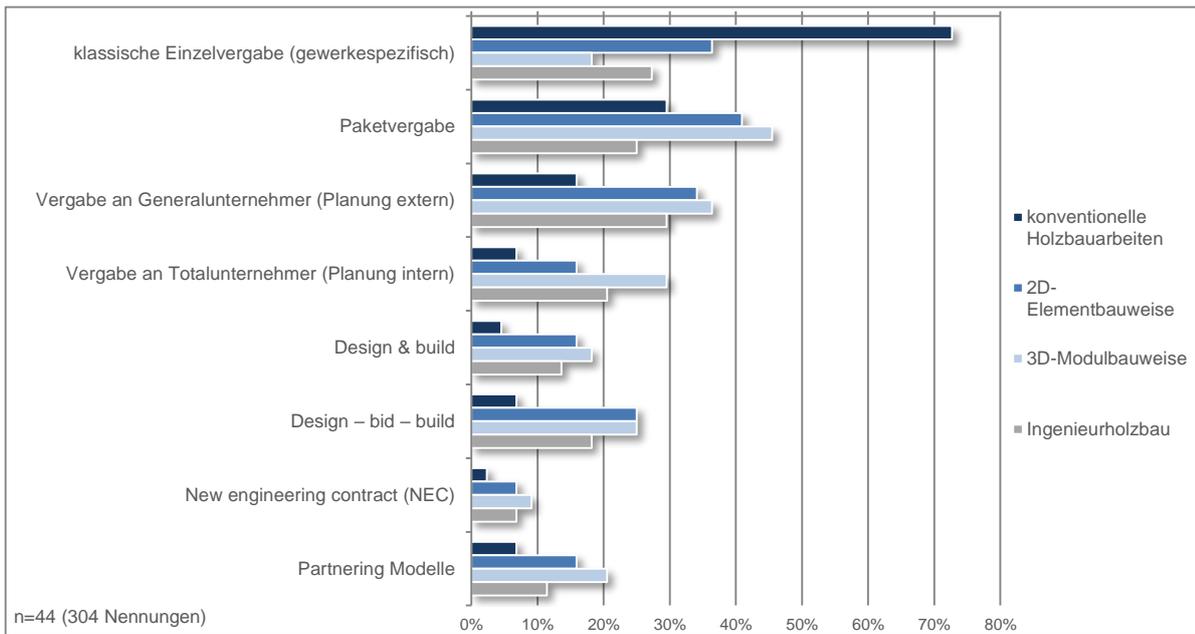


Bild 5.53 Einsatz von Ausschreibungsmodellen (Frage 6.1.6)

Frage 6.1.7

Wie häufig treten die nachfolgend genannten Probleme im Rahmen der Ausschreibung von Holzbauten auf?

Im Zusammenhang mit Ausschreibungen treten sowohl bei privaten, als auch öffentlichen Ausschreibungen Probleme auf (Bild 5.54), welche von den Experten vor allem in einem zu kurzen Ausschreibungszeitraum (Median von 42,5 %), in fehlerhaften Ausschreibungen (Median von 50 %), in unklaren Leistungen und Ausschreibungen (Median von 37,5 %), in unvollständigen Ausschreibungsunterlagen (Median von 30 %) und offensichtlichen Fehlinformationen bzw. Spekulationen (Median von 30 %) gesehen werden. Dabei weisen diese Angaben eine deutliche Streuung auf.

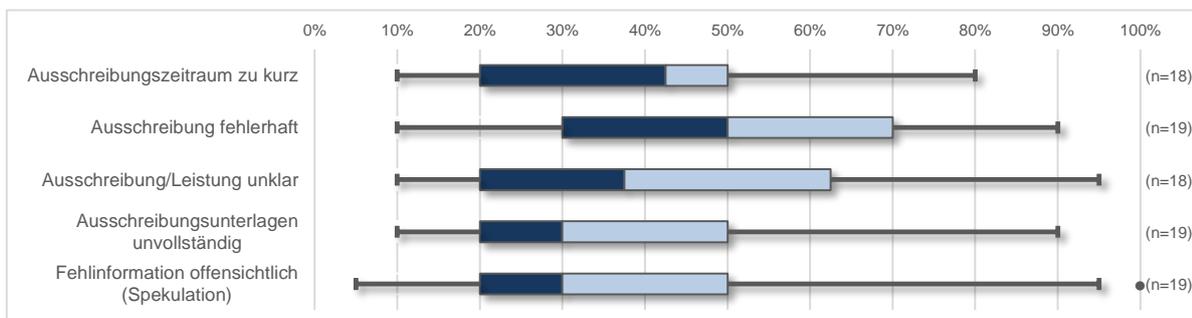


Bild 5.54 Probleme im Zusammenhang mit Ausschreibungen (Frage 6.1.7)

5.6.5.2 Ergebnisse zur Kostenbetrachtung im Holzbau

Die Umfrage ging auch auf die Situation der kontrovers diskutierten Kostensituation im Holzbau näher ein, wobei im Vergleich zu den bereits dargestellten Kostenunterschieden im Vorfertigungsgrad an dieser Stelle näher auf die unterschiedlichen Bauweisen eingegangen wird. Die befragten Experten wurden zu den Kosten von Holzbauten im Vergleich zum mineralischen Massivbau in Abhängigkeit der Bauweise befragt. Dabei zeigt sich im Bild 5.55, dass die konventionellen Holzbauarbeiten von über 50 % der Befragten günstiger eingestuft werden, als der mineralische Massivbau. Bei der 2D-Elementbauweise werden vor allem Wand- und Deckenelemente in Form der Holzrahmenbauweise als günstiger (31,0 bzw. 27,7 %) und als in etwa gleich teuer bezeichnet (49,6 bzw. 48,2 %). Die Holzmassivbauweise wird im Vergleich dazu bei Wand- und Deckenelementen eher günstiger (16,2 bzw. 15,6 %) und in etwa gleich teuer als der mineralische Massivbau klassifiziert (30,6 bzw. 31,8 %). 2D-Systembauweisen, wie bspw. Holz-Beton-Verbunddecken werden im Gegensatz dazu als gleich (37,3 %), jedoch auch als teurer eingestuft (53,9 %), was auch bei Holzmassivbauelementen der Fall ist (>50 %). Die 3D-Modulbauweise weist vom Rohbauräummodul, über das belagsfertige Modul bis hin zum schlüsselfertigen Modul in etwa eine gleiche prozentuelle Drittelverteilung von eher günstig bis eher teurer auf. Der Ingenieurholzbau wird als in etwa gleich teuer eingestuft (51,5 %).

Frage 6.2.1

Wie schätzen Sie die allgemeine Kostensituation von Holzbauten im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) bei vergleichbarer Qualität ein? Geben Sie dabei an, ob der Holzbau eher günstiger, in etwa gleich teuer oder eher teurer ist.

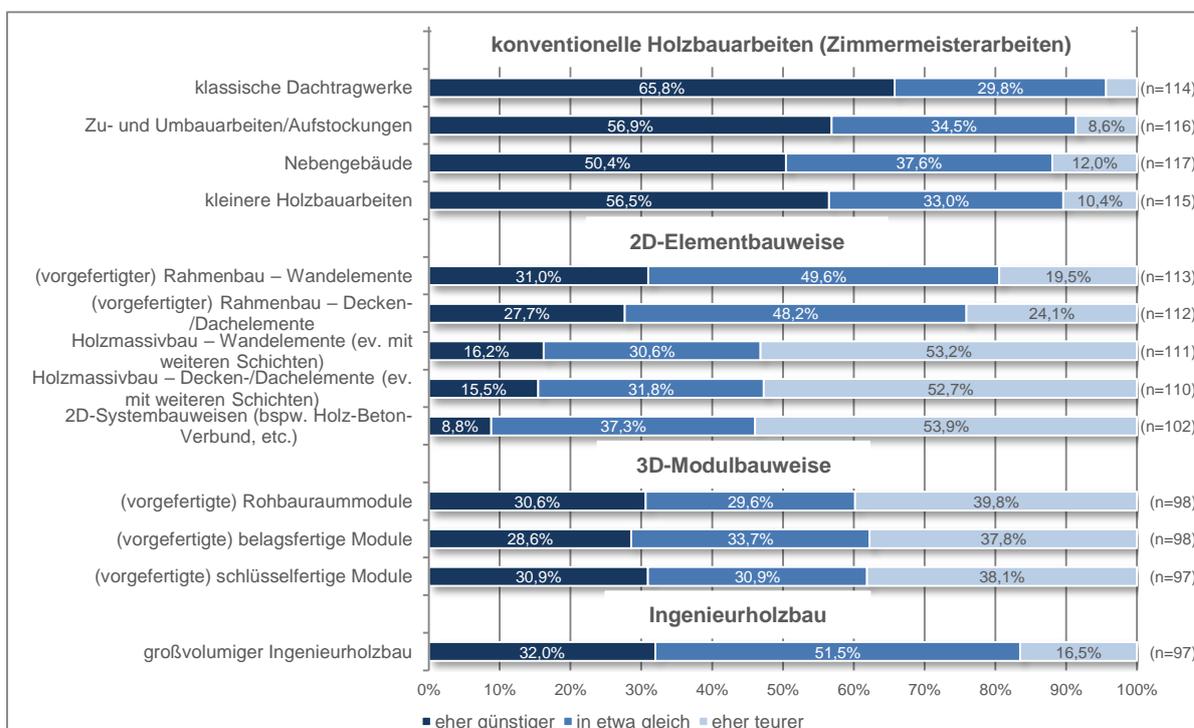


Bild 5.55 Kostensituation unterschiedlicher Bauweisen im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Frage 6.2.1)

Frage 6.2.2

Für welche Merkmale des Holzbaus sehen Sie eine Bereitschaft des Bauherrn / Auftraggebers höhere primäre Investitionskosten zu übernehmen?

Bei Betrachtung der Angaben der Experten zu unterschiedlichen Merkmalen (Bild 5.56), welche die Bereitschaft der Auftraggeber zu höheren Investitionskosten widerspiegeln, zeigt sich, dass nach Angabe der Befragten vor allem für die Themen der Bauzeiteinhaltung (72,6 %), Raumklima (65,7 %) sowie ästhetische Aspekte (56,4 %) ebenso wie Qualität (58,4 %) eine hohe Bereitschaft besteht. Die Vorfertigungsmöglichkeit (49,0 %) liegt neben dem umweltfreundlichen Image (46,7 %) und der Lebenszykluskostenbetrachtung (39,6 %) sowie der baubetrieblichen Abwicklung (39,4 %) etwas dahinter, wobei dennoch eine hohe Bereitschaft besteht, mehr zu investieren. Für die Themen Rückbaubarkeit bzw. Wiederverwendbarkeit (39,4 %) und Entsorgung am Nutzungsende (37,9 %) gaben die Befragten an, dass seitens der Bauherren wohl keine Bereitschaft besteht, höhere Investitionskosten zu übernehmen. Dennoch besteht für bspw. die Förderung regionaler Unternehmen (56,7 %), Verwendung heimischer Produkte (57,7 %) und technische Lösungsmöglichkeiten (51,5 %) sowie die Adaptierbarkeit bei Umbaumaßnahmen (50,5 %) zumindest eine geringe Bereitschaft, höhere Kosten zu akzeptieren.

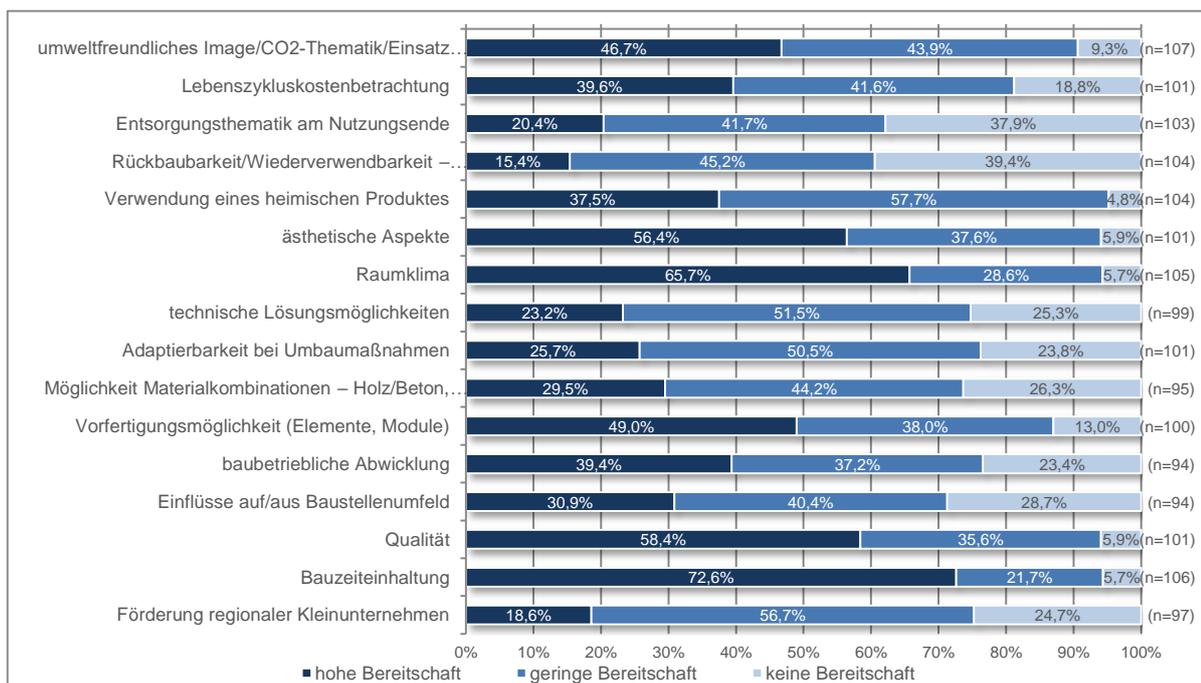


Bild 5.56 Bereitschaft für höhere Investitionskosten bestimmter Merkmale (Frage 6.2.2)

Frage 6.2.3

Welche der nachfolgend genannten Kriterien könnten bei freier Materialwahl für ein Bauvorhaben als Zuschlagskriterium im Rahmen der öffentlichen Vergabe nach dem Bestbieterprinzip in der Ausschreibung verpflichtend vorgeschrieben werden.

Im Vergabeprozess stellen die Berücksichtigung der genannten Kriterien (Bild 5.56) sowie einige zusätzliche bauwirtschaftliche Merkmale gemäß den Experten auch eine Möglichkeit dar, diese als gewichtete Zuschlagskriterien zu berücksichtigen. Dabei zeigt sich, dass vor allem das umweltfreundliche Image (52,4 %), die Lebenszykluskostenbetrachtung (50,8 %) sowie die Bauzeit (44,4 %) und deren Einhaltung (38,1 %) als Zuschlagskriterien nach dem Bestbieterprinzip geeignet wären. Daneben sind auch

→ Grafik im Anhang

die Verwendung eines heimischen Produktes und das Raumklima (jeweils 28,6 %), die Entsorgungsthematik am Nutzungsende (27,0 %) sowie die Qualität (25,4 %) als Kriterium in der Vergabe geeignet. (Anmerkung: n=63 mit 298 Nennungen bei Grafik 6.2.3)

Die Experten gaben zusätzlich an, dass das Zuschlagskriterium Preis mit einem Median von 72,5 % und weitere Zuschlagskriterien mit einem Median von 28,1 % in der Vergabe Berücksichtigung finden sollten. (Anmerkung: n=58 bei Grafik 6.2.4)

Frage 6.2.4

Wie hoch sollte der prozentuelle Anteil der von Ihnen ausgewählten zusätzlichen Zuschlagskriterien im Vergleich zum Preis sein.

→ Grafik im Anhang

5.6.5.3 Ergebnisse Kalkulation im Holzbau

Das Thema Preisermittlung im Holzbau wurde seitens der Experten im Bereich der Ausführung bewertet, wobei im Rahmen der Fragen zur Kalkulation vor allem der dafür erforderliche Aufwand im Vordergrund stand.

So gaben die Experten gemäß nachfolgendem Bild 5.57 an, dass der Kalkulationsaufwand von Holzbauten im Vergleich zum mineralischen Massivbau vor allem in der Kategorie der 3D-Modulbauweise bei Rohbaurraummodulen (57,7 %), bei belagsfertigen Modulen (69,8 %) und bei schlüsselfertigen Modulen (67,9 %) einen höheren Aufwand erfordern. Im Bereich der 2D-Elementbauweise liegt der Aufwand darunter, wird jedoch im Holzrahmenbau (40,3 %) bzw. in der Holzmassivbauweise (36,1 %) immer noch höher bzw. in etwa gleich hoch (56,5 bzw. 59,0 %) eingestuft. Die Kategorie klassische Dachtragwerke bedarf eines geringeren Aufwandes (15,9 %) und wird als in etwa gleich hoch wie der mineralische Massivbau eingestuft (66,7 %).

Frage 6.3.1

Wie schätzen Sie den Kalkulationsaufwand von Holzbauten für ausführende Unternehmen im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) ein?

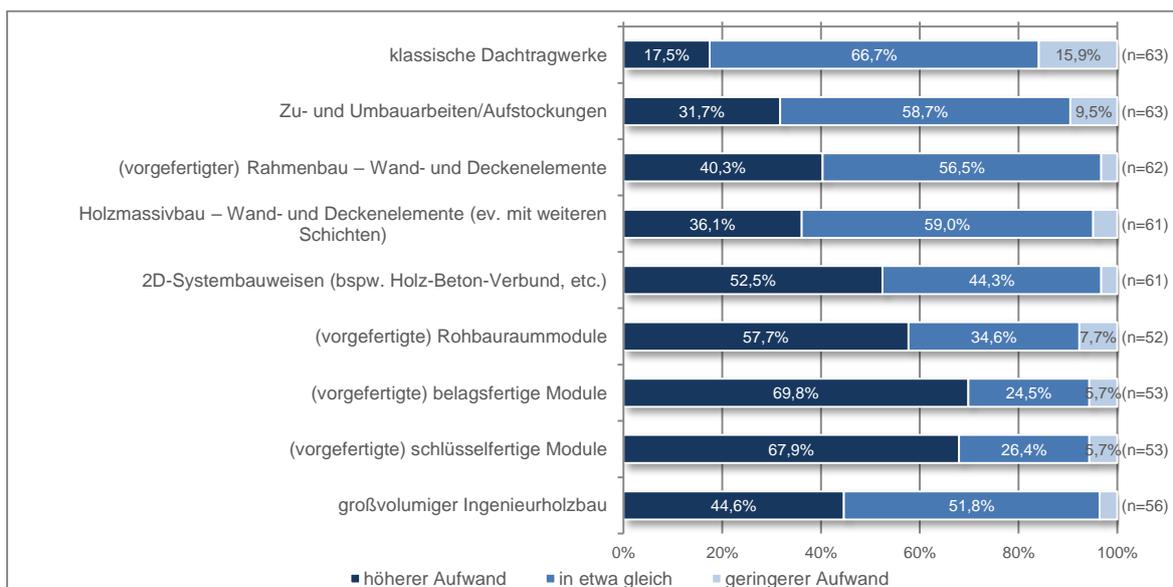


Bild 5.57 Kalkulationsaufwand Holzbau im Vergleich mineralischer Massivbau (Frage 6.3.1)

Frage 6.3.2

Wieviel Prozent der Bauzeit bei Ihren Holzbauarbeiten wird im Durchschnitt für die Kalkulation aufgewendet? Berücksichtigen Sie dabei lediglich die Bauzeit für die Holzbauarbeiten und nicht die gesamte Bauzeit.

Interessant in diesem Zusammenhang ist die Aussage der Befragten zur aufgewendeten Arbeitszeit für die Durchführung der Kalkulationen. Dabei zeigt sich, dass der Kalkulationsaufwand, bezogen auf die Bauzeit der Holzbauarbeiten, für klassische Dachtragwerke mit einem Median von 4,5 % geringer ausfällt, jedoch Zu- und Umbauten einen Median von 8 % aufweisen. Unter diesem Wert liegt bei der 2D-Elementbauweise mit einem Median von 5,5 % der Holzrahmenbau bzw. mit 7 % der Holzmassivbau. In der 3D-Modulbauweise liegen naturgemäß die schlüsselfertigen Module mit einem Median von 12 % höher als jene von belagsfertigen Modulen (10 %) und Rohbauräummodulen (8 %). Der Ingenieurholzbau weist einen Median von 5 % in Bezug auf den Kalkulationsaufwand auf. Dies wird auch in Bild 5.58 veranschaulicht. Dennoch streuen die Angaben zwischen 2 und 30 %.

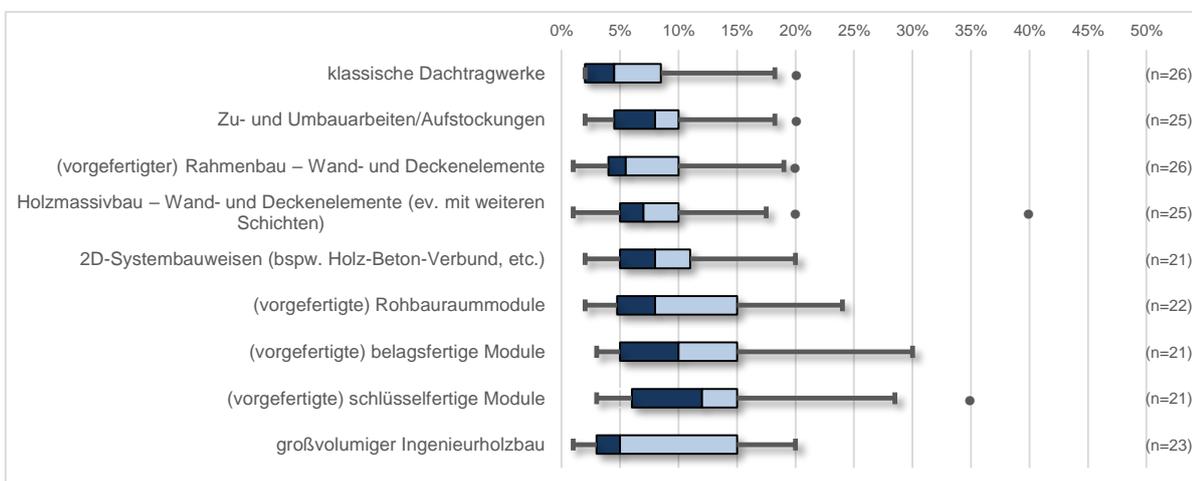


Bild 5.58 Kalkulationsaufwand in Prozent der Bauzeit in Abhängigkeit der Bauweise (Frage 6.3.2)

Frage 6.3.4

Inwieweit werden in Ihrem Unternehmen in den nachfolgenden Kostenpositionen Projektrisiken den Holzbau betreffend berücksichtigt, welche über das übliche Unternehmerwagnis hinausgehen?

→ Grafik im Anhang

Die Frage nach den Projektrisiken und deren Berücksichtigung in Kostenpositionen zeigt, dass die Befragten die Risiken neben dem allgemeinen Unternehmerwagnis im Gesamtzuschlag (37,5 %), aber vor allem in den einzelnen Positionen, welche sie auch verursachen (87,5 %), kalkulatorisch berücksichtigen. Die Aussagekraft zeigt jedoch lediglich eine Tendenz auf, da der Stichprobenumfang bei dieser Frage sehr niedrig ist. (Anmerkung: n=8 bei Grafik 6.3.4)

Frage 6.3.5

Warum kommt es Ihrer Ansicht nach in vielen Fällen zur Anpassung des Angebotspreises? Kreuzen Sie für die unterschiedlichen Holzbauweisen jeweils den wesentlichsten Grund an.

→ Grafik im Anhang

Das Thema Nachlass ist im Bauwesen allgegenwärtig und damit auch im Holzbau oftmals als Zuschlagskriterium zu werten. Die Experten sehen vor allem den Wettbewerbsdruck – abhängig von der Bauweise, zwischen 52 % (3D-Modulbauweise) und 73 % (konventionelle Holzbauarbeiten) – als den maßgeblichsten Grund für einen Nachlass an. Ergänzend zum Wettbewerbsdruck sind vor allem in der 3D-Modulbauweise, dem Ingenieurholzbau und der 2D-Elementbauweise strategische bzw. taktische Überlegungen Gründe für einen dementsprechenden Nachlass in der An-

gebots- bzw. Auftragsphase. Der Nachlass bei klassischen Zimmermeisterarbeiten resultiert zufolge der Befragten auch aus den Auftragsflauten. (Anmerkung: n=31 bis 36 bei Grafik 6.3.5)

In weiterer Folge wurde die Höhe dieser Nachlässe bzw. der Prozentsatz der Fälle, in denen ein Nachlass gewährt wird, von den Experten eingeschätzt. Das nachfolgende Bild 5.59 zeigt eine große Streuung der Angaben und dass bei vielen Bauvorhaben in Abhängigkeit der Bauweise ein Nachlass gewährt wird. Es wird vor allem bei der 2D-Elementbauweise (Median von 27,5 %) der Kalkulationswert in etwa mit ± 1 % Abweichung übernommen. Bei der 3D-Modulbauweise liegt ein Median von 14 % und beim Ingenieurholzbau ein Median von 22,5 % vor. Dennoch sind sich die Experten sehr uneinig und eine Tendenz kann nicht abgeleitet werden.

Frage 6.3.6

Häufig erfolgt im Wettbewerb vor Angebotsabgabe eine abschließende Anpassung des errechneten Angebotspreises durch die Entscheidungsträger, z.B. aus Konkurrenzdruck. In wie viel Prozent der Fälle kommt es so zu einer taktischen Preisanpassung? Machen sie eine Abschätzung und geben Sie das maximale Ausmaß an.

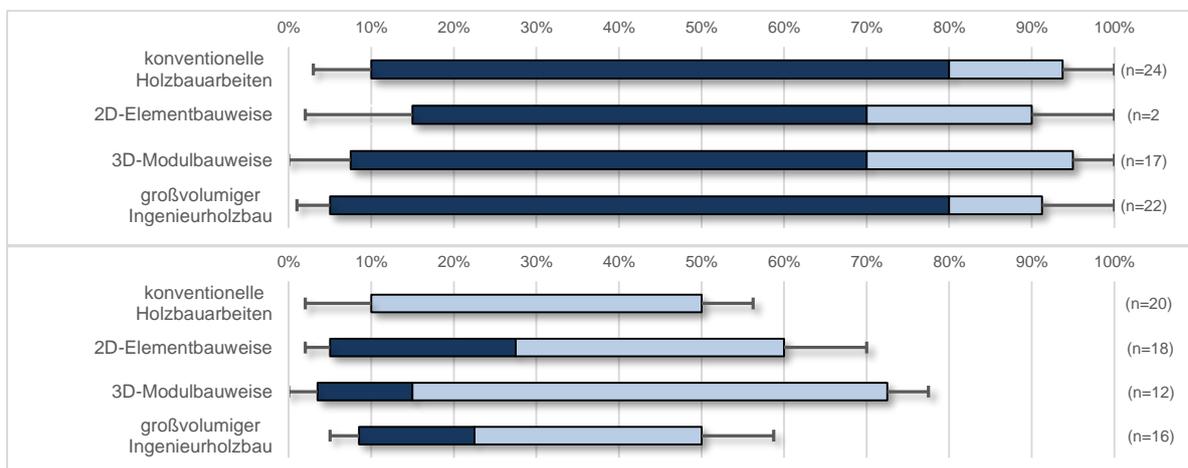


Bild 5.59 Situation Nachlass bei Angebotsabgabe – Prozent der Bauvorhaben mit Nachlass (oben) – Prozent der Bauvorhaben mit Übernahme Kalkulationswert (ohne weiteren Nachlass) (unten) (Frage 6.3.6)

Demgegenüber steht der maximale Nachlass, der gemäß der Expertenbefragung im Allgemeinen in Abhängigkeit der Bauweise gegeben wird. Dieser weist eine ähnlich starke Streuung auf und liegt bei konventionellen Holzbauarbeiten bzw. in der 2D-Elementbauweise bei einem Median von 8 %, in der 3D-Modulbauweise bei einem Median von 5 % und im Ingenieurholzbau bei 9 %, was auch im nachfolgenden Bild 5.60 dargestellt ist.

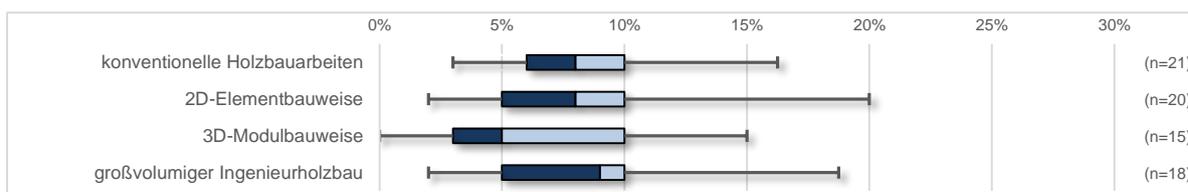


Bild 5.60 Situation Nachlass bei Angebotsabgabe – Maximaler Nachlass bei Angebotsabgabe (Frage 6.3.6)

5.6.6 Ergebnisse zum Bauvertragswesen und Geschäftsmodellen im Holzbau

Das Thema Bauvertragswesen als wesentlicher Bestandteil der bauwirtschaftlichen Schlüsselfaktoren wurde seitens der Experten ebenso eingeschätzt.

Frage 7.1.1

Wie tritt Ihr Unternehmen derzeit in der Abwicklung unterschiedlicher Einsatzfelder hauptsächlich auf?

Dabei zeigt sich im Bild 5.61, dass die Unternehmen je nach Kategorie zum überwiegenden Teil nach wie vor als Einzelunternehmer auftreten, wobei der Einfamilienhausbau mit 61,8 %, der mehrgeschossige Wohnbau mit 47,1 %, der öffentliche Bau für Gesundheit und Bildung mit 38,2 %, der Gewerbe- und Industriebau mit 50,0 %, der Bürobau mit 52,9 % und der landwirtschaftliche Bau mit 55,9 % angegeben werden. Neben dem Auftreten als Einzelunternehmer sind die Unternehmen entweder als Generalunter- bzw. -übernehmer sowie als klassische Subunternehmer tätig, wobei diese – mit Ausnahme beim Einfamilienhaus – durchaus eine ähnliche Verteilung zwischen 15 und 35 % aufweisen. Das Auftreten als Totalunter- bzw. -übernehmer bzw. in Form einer ARGE liegt im Holzbau generell mit Ausnahme des Einfamilienhausbaus unter 10 % der Anwendungsfälle.

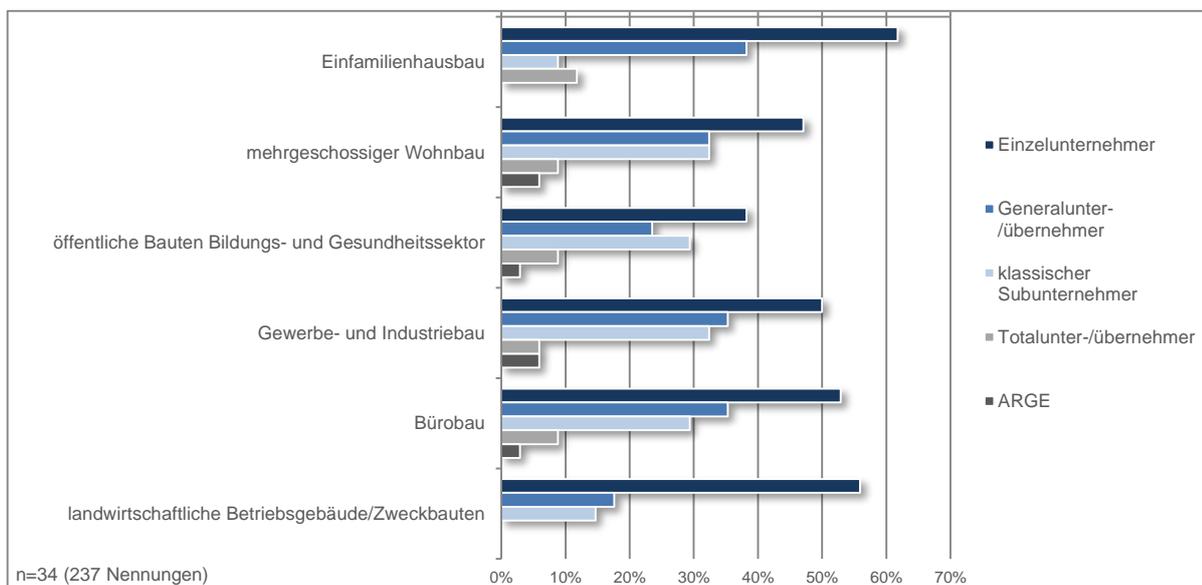


Bild 5.61 Unternehmenseinsatzformen in Abhängigkeit der Kategorie (Frage 7.1.1)

Frage 7.1.2

Für welche Form der Anwendung sind die folgenden Unternehmenseinsatzformen (Kooperationsmodelle) von ausführenden Unternehmen in den Einsatzfeldern speziell im Holzbau geeignet?

Bei vertiefender Betrachtung der Unternehmenseinsatzformen im Holzbau (Bild 5.62) geben die Experten auch unterschiedliche Vergabe- und Kooperationsmodelle an, welche in Abhängigkeit der Kategorie geeignet erscheinen. Dabei wird ersichtlich, dass die traditionellen Konzepte, wie bspw. die Einzelvergabe, vor allem im Einfamilienhausbau als besonders geeignet erscheinen und von 83,3 % der Befragten genannt wurden. Jedoch wird auch das Auftreten als Generalunter- bzw. -übernehmer mit 79,2 % hoch bewertet. Interessant in dieser Kategorie scheint auch die

Aussage, dass die lose Kooperation (ohne weitere vertragliche Bindung) von 27,8 % eingesetzt wird. Im Gegenzug wird der mehrgeschossige Wohnbau als Generalunter bzw. -übernehmer (79,2 %) und in Form von Einzelvergaben bzw. als ARGE (jeweils 47,2 %) abgewickelt. Zusätzlich sind in dieser Kategorie vor allem das Modell eines Totalunter bzw. -übernehmers (37,5 %), das integrative Kooperationsmodell (Bauteam-Modell) (30,6 %), die lose Kooperation (27,8 %) sowie ein gemeinsames Unternehmen (30,6 %) bzw. Joint Venture (23,6 %) im Einsatz. Öffentliche Bildungs- und Gesundheitsbauten ebenso wie Bürobauten und Gewerbe- und Industriebauten werden ähnlich wie mehrgeschossige Wohnbauten mit einer teilweise gleichen bzw. annähernd ähnlichen Verteilung in den Kategorien umgesetzt. Lediglich die Umsetzung landwirtschaftlicher Zweckbauten folgt den eher traditionellen Konzepten der Einzelvergabe, sowie des Generalunter- bzw. -übernehmertums.

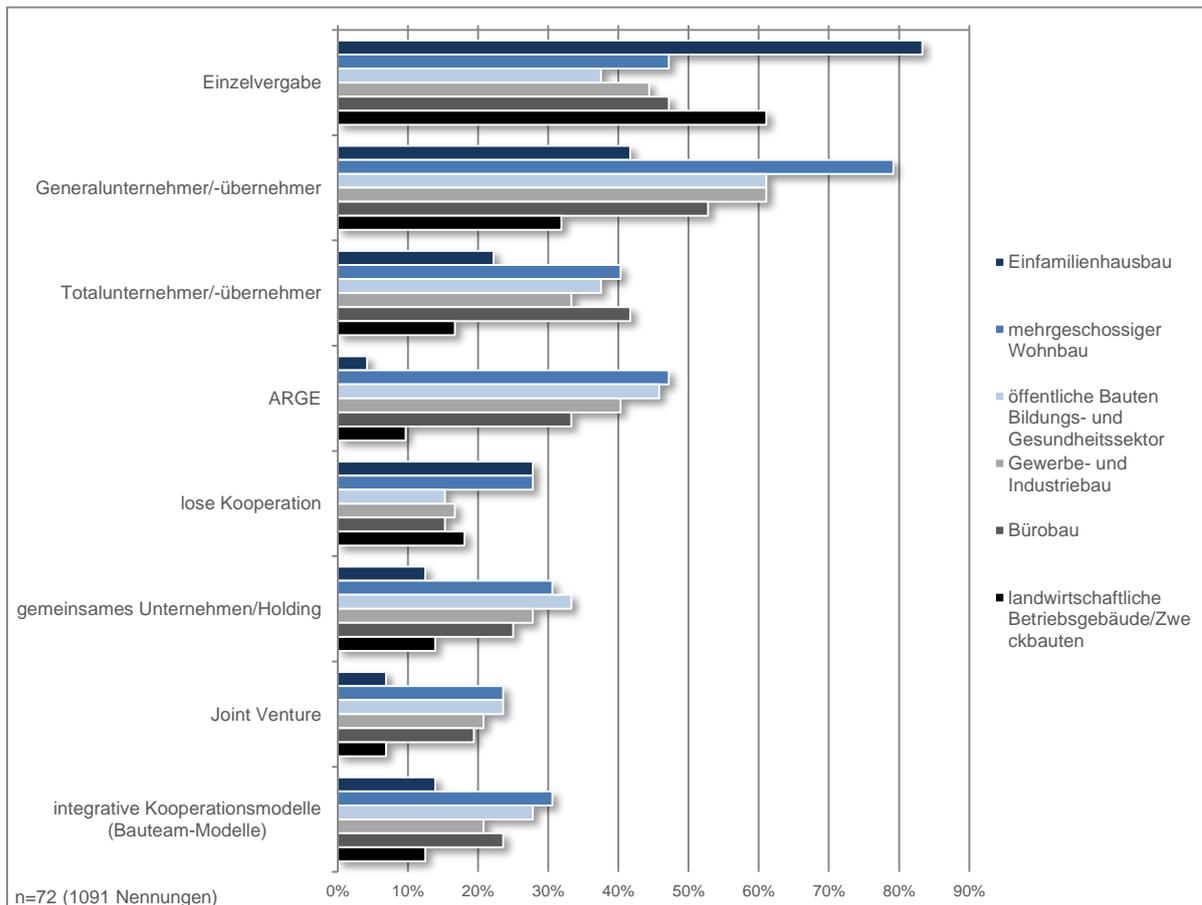


Bild 5.62 Vergabe- und Kooperationsmodelle in Abhängigkeit der Kategorie (Frage 7.1.2)

Wesentlich im Zusammenhang mit dem Thema Geschäftsmodell- bzw. Unternehmensentwicklung im Holzbau ist auch die Ausgewogenheit zwischen Klein- und Kleinstunternehmen sowie großen Holzbauunternehmen und Produzenten von Holzprodukten anzusehen.

Frage 7.2.1

Sind Sie mit der Branchenstruktur im Holzbau (Ausgewogenheit zwischen Klein- und Kleinunternehmen (KMU) und großen ausführenden Holzbauunternehmen bzw. Produzenten von Holzprodukten) zufrieden?

Dabei bewerten die Experten die derzeitige Situation durchaus positiv, wobei der Bereich der konventionellen Holzbauarbeiten mit 67,4 % als zufriedenstellend eingestuft wird. Dennoch sind 23,9 % der Ansicht, dass es zu viele KMUs gibt. Die Verteilung in der 2D-Elementbauweise ist weniger eindeutig, wird jedoch immer noch mit 51,1 % als zufriedenstellend seitens der Experten bewertet. Dennoch geben in dieser Kategorie 13 bis 15 % an, dass es zu viele KMUs oder auch zu wenige KMUs bzw. zu viele Großunternehmen gibt. Die 3D-Modulbauweise wird wesentlich kritischer gesehen, da in diesem Bereich zu wenige KMUs (23,3 %) bzw. zu wenige Großunternehmen (20,9 %) tätig sind. Dennoch sind 32,6 % mit der Situation zufrieden. Im Ingenieurholzbau ist ein wesentlich höherer Anteil (45,2 %) mit der Ausgewogenheit der Unternehmensgrößen zufrieden, wobei 19,0 % der Ansicht sind, es gäbe zu viele bzw. 21,4 % es gäbe zu wenige Großunternehmen. Daraus ergibt sich eine stark differenzierte Haltung der Experten zur Ausgewogenheit der Unternehmensgrößen in den einzelnen Anwendungsfeldern.

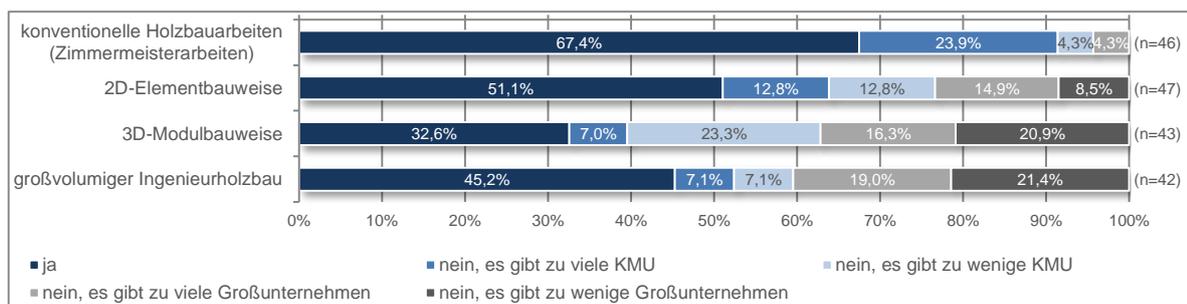


Bild 5.63 Ausgewogenheit Klein- und Kleinunternehmen zu Großunternehmen im Holzbau (Frage 7.2.1)

5.6.7 Ergebnisse zum Personal im Holzbau

Frage 8.1.1

Geben Sie eine Schätzung des Prozentsatzes an, wie viel Fachpersonal, welches in Ihrem Unternehmen selbst ausgebildet wurde (Verhältnis zur Gesamtanzahl an Personal).

Die Schlüsselposition im Zusammenhang mit den einzelnen Prozessen der Ausführung beginnend bei der Planung, über die Ausschreibung, Kalkulation, den Baubetrieb bis hin zu den Geschäfts- und Vertragsmodellen werden trotz bzw. vor allem aufgrund der hohen Mechanisierung durch die die Anlagen bedienenden Menschen besetzt. Das den einzelnen Prozessen zugehörige bzw. erforderliche Personal ist aufgrund der komplexer werdenden Prozesse, Hierarchien und Zusammenhänge sowohl auf technischer als auch bauwirtschaftlicher Ebene stets gefordert, sich neuen Situationen anzupassen und durch Know-how-Einbringung bestmögliche Ergebnisse zu erzielen. Dabei kommt einerseits der grundsätzlichen Ausbildung, aber vor allem der laufenden Weiterqualifikation in unterschiedlichen Themenfeldern erhebliche Bedeutung zu.

Im Zuge der Umfrage wurden die Experten demnach zur Einschätzung der derzeitigen und künftigen Situation des Themas Aus- und Weiterbildung sowie des Qualifikationsgrades des Personals gebeten. Aufgrund

des teilweise zu wenig spezifischen Ausbildungsangebotes zu einzelnen Themenfeldern sowie zufolge unternehmensspezifischer Anforderungen ergibt sich die Forderung nach unternehmensinterner Qualifikation bzw. einer auf die Basisausbildung aufbauenden Ausbildung. Dabei gaben die Experten an, dass bezogen auf ihr Unternehmen, vor allem die (Fach-)Planer größtenteils nicht selbst ausgebildet werden, was sich bei Architekten und Fachplanern der TGA mit jeweils 93,3 % und bei Tragwerksplanern mit 70,6 % gemäß nachfolgendem Bild 5.64 äußert. Demgegenüber weisen vor allem jene Bereiche einen mehr als 80-prozentigen Anteil an interner Aus- bzw. Weiterbildung auf, welche durch (Bau-)Techniker und / oder (Bau-)Zeichner (25,0 %), Kalkulanten (34,8 %) sowie Arbeitsvorbereiter (28,6 %) abgedeckt werden. Zugleich sind vor allem Montageleiter (39,1 %), Poliere bzw. Hilfspolier (36,4 %) und Vor- bzw. Facharbeiter (39,1%) zu mehr als 80 % unternehmensintern qualifiziert worden. Auch das Personal des Vertriebs ist mit 34,8 % ebenso wie die Projektleitung mit 20,8 % zu mehr als 80 % im Unternehmen selbst ausgebildet.

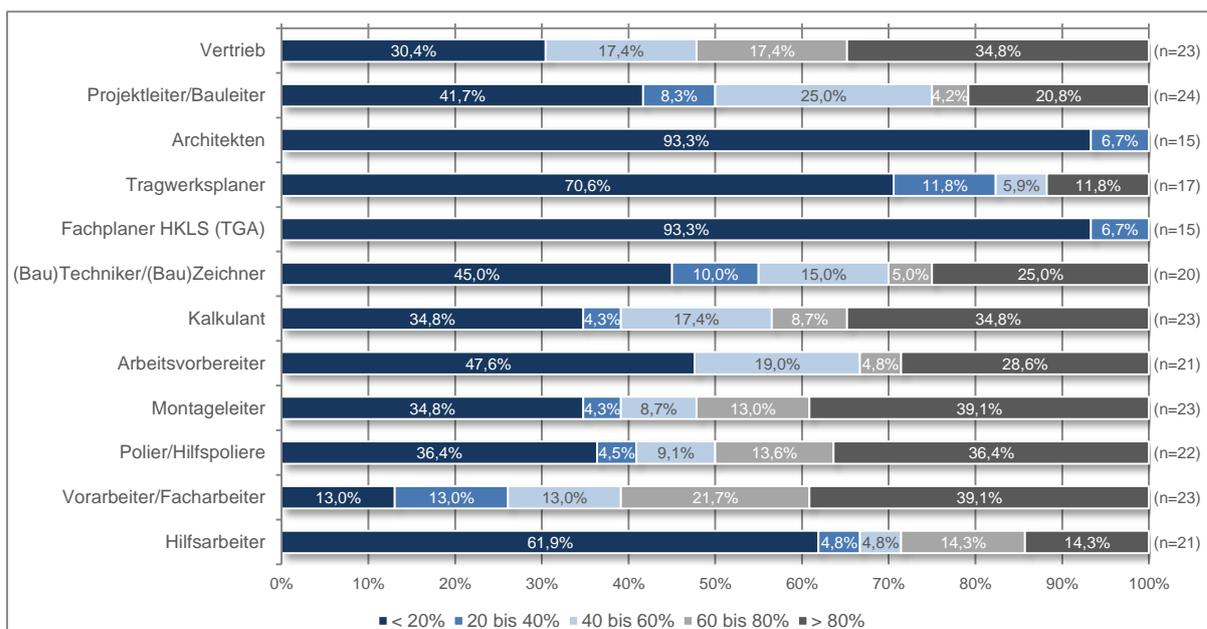


Bild 5.64 Unternehmensinterne Ausbildung in Abhängigkeit der Tätigkeit / Position (Frage 8.1.1)

Die Qualifikation der Mitarbeiter für eine Position bzw. Tätigkeit, unabhängig davon, ob sie intern oder extern ausgebildet wurden, hängt wesentlich von der fachlichen Kompetenz sowohl bei den Angestellten, als auch dem Baustellen-Personal ab (Bild 5.65). Dabei zeigt die Entwicklung im Rahmen der Expertenbefragung, dass sich von vor 10 Jahren im Vergleich zu heute generell die fachliche Qualifikation verbessert hat. Wesentlich scheint dabei, dass sich vor allem die Einstufung der Qualifikation von Bauleitern des Holzbaus als gut von 26,7 % auf 56,8 % erheblich steigert, ebenso wie jene von Montageleitern (von 47,7 % auf 69,8 %), von Technikern (von 26,2 % auf 50,0 %) und Kalkulanten (von 28,9 % auf 43,2 %).

Frage 8.1.2
Wie sehen sie die Entwicklung der fachlichen Kompetenz der Angestellten bzw. des Baustellen-Personals auf der Holzbau-Baustelle in der Vergangenheit und heute?

Die Experten sehen die Bauleiter von Generalunternehmen sowohl besser als auch eher als schlechter qualifiziert als noch vor 10 Jahren an. Dramatisch wird die Entwicklung der Qualifikation bei Facharbeitern, Hilfsarbeitern und Lehrlingen eingestuft, da die Einstufung der Qualifikation als gut bei Facharbeitern von 38,5 % auf 30,8 %, bei Hilfsarbeitern von 16,2 % auf 11,4 % und bei Lehrlingen von 32,4 % auf 28,9 % rückläufig ist. Speziell Hilfsarbeiter wurden vor 10 Jahren bereits zu 27,0 % und heute zu 48,6 % als schlecht qualifiziert eingestuft, Lehrlinge von 8,1 % auf 28,9 %, was als Alarmsignal in der Ausbildung verstanden werden kann.

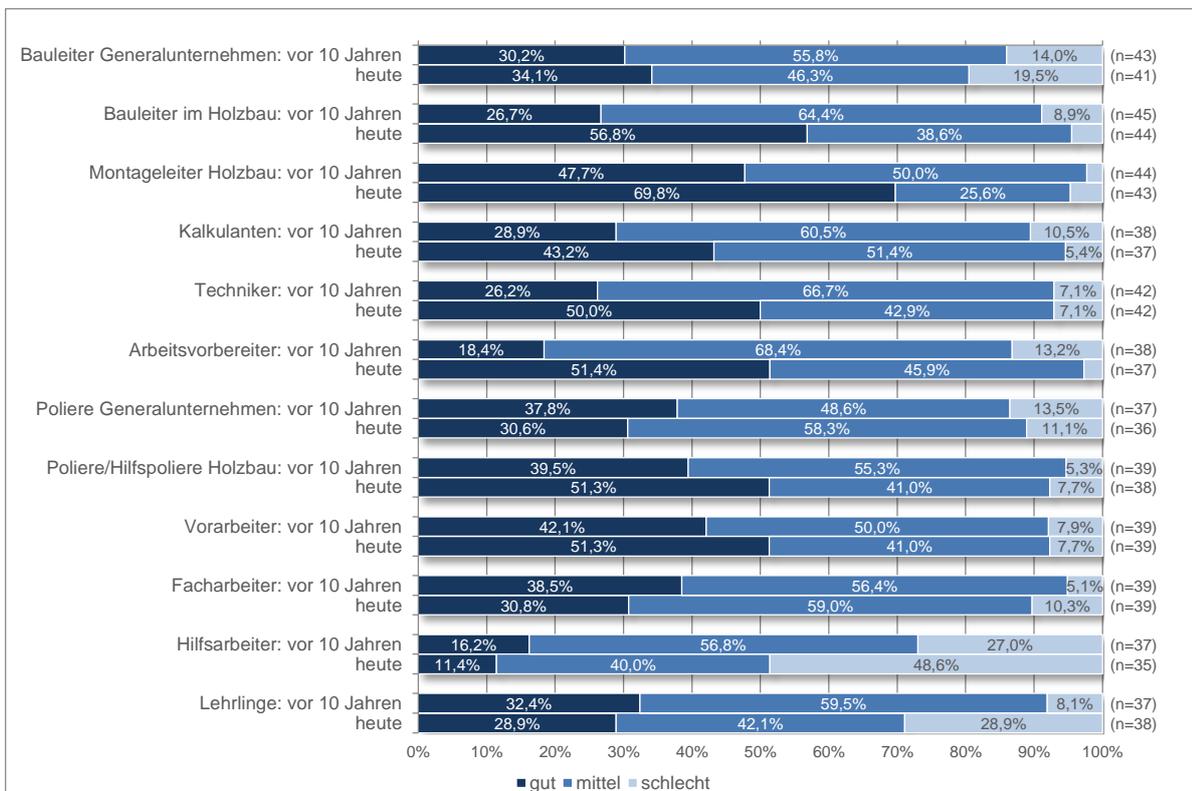


Bild 5.65 Entwicklung der Qualifikation der Mitarbeiter unterschiedlicher Bereiche / Tätigkeitsfelder (Frage 8.1.2)

Frage 8.1.3

In welchen Bereichen sehen Sie Weiterbildungsbedarf bei den Angestellten auf der Holzbau-Baustelle?

Um einen möglichen Beitrag zur Verbesserung der Situation zu erreichen, wurden die Experten gemäß Bild 5.66 um die Einschätzung des Weiterbildungsbedarfes in unterschiedlichen Themengebieten je Tätigkeit bzw. Position der Angestellten befragt. Es zeigt sich gemäß den Angaben der Experten, dass über alle Themenbereiche hinweg sowie alle Verantwortungs- und Tätigkeitsbereiche betreffend durchwegs großer Weiterbildungsbedarf besteht. Dabei wird angegeben, dass Bauleiter von Generalunternehmen vor allem neben einer fachlichen Grundausbildung im Holzbau (62,5 %) im Gebiet Statik und Konstruktion (58,3 %), im Bereich Bauphysik (56,3 %), in technischen Normen (35,4 %), im Bereich Ausschreibung (33,3 %), im Bauvertragswesen (52,1 %) im Baubetrieb allgemein (39,6 %) sowie im Bereich Arbeitssicherheit auf der Baustelle (41,7 %)

Weiterbildungsmaßnahmen bedürfen. Die Bauleiter des Holzbaus weisen nach Expertenansicht in ähnlicher Weise und prozentueller Verteilung und in denselben Themengebieten sowie die Bauleiter der Generalunternehmen erheblichen Weiterbildungsbedarf auf. Die Montageleiter des Holzbaus bedürfen vor allem in der Verbindungstechnik (52,1 %), bei der Arbeitssicherheit auf der Baustelle sowie Sicherheit beim Transport (jeweils 50,0 %), in der holzbaulichen Grundausbildung (45,8 %), in der Materialtechnik und Bauphysik (jeweils 37,5 %) sowie in den technischen Normen (31,3 %) einer Weiterqualifikation. Wesentlich ist die Aussage der Experten zur Qualifikation von Kalkulanten, welche vor allem im Bereich Kalkulation und Angebot (70,8 %), in der Ausschreibung (58,3 %) sowie im Bauvertragswesen (45,8 %) grundsätzlichen Weiterbildungsbedarf aufweisen.

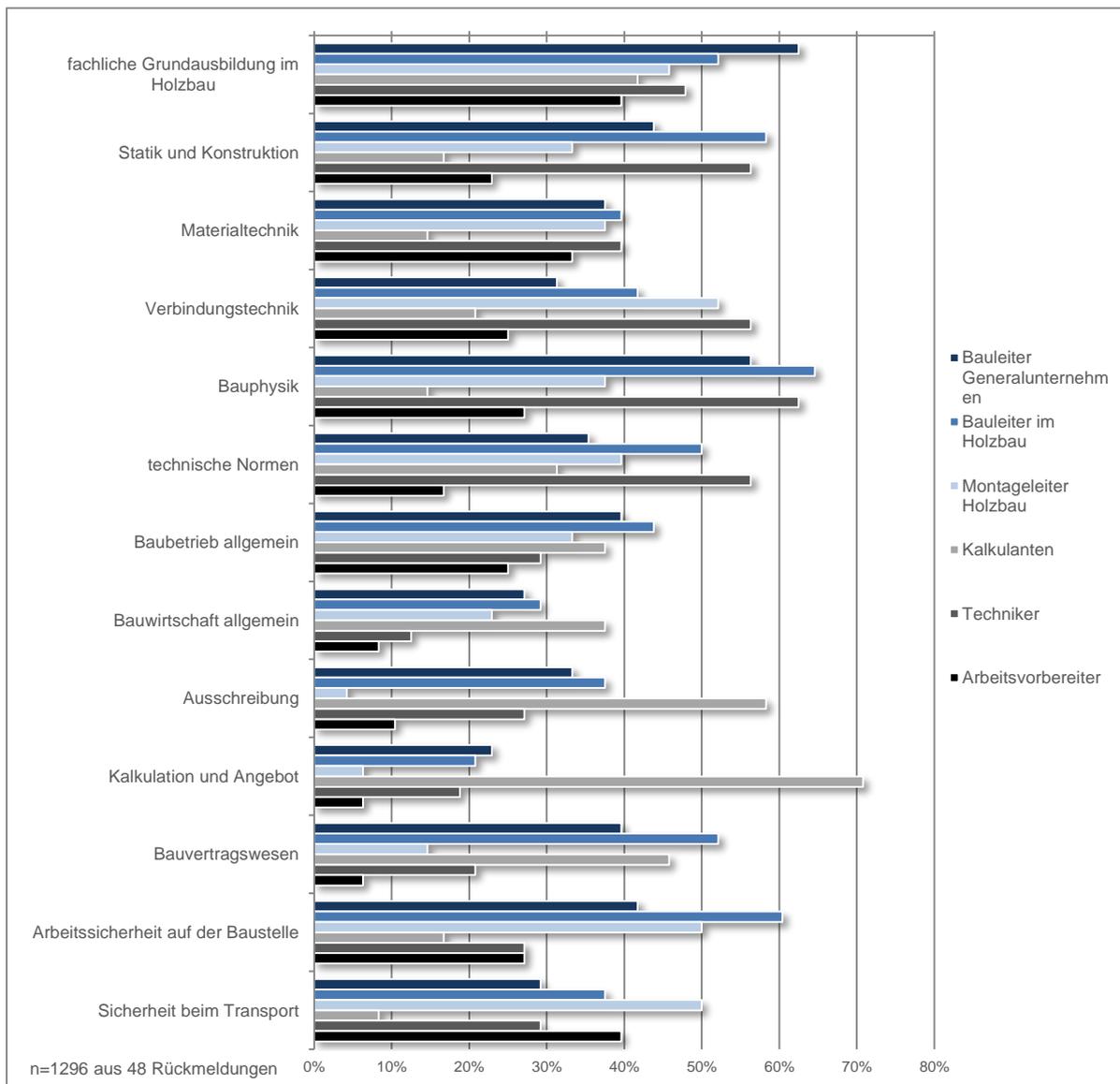


Bild 5.66 Weiterbildungsbedarf von Angestellten in einzelnen Themengebieten (Frage 8.1.3)

Des Weiteren sind die involvierten Techniker jedoch im Bereich Verbindungstechnik bzw. der holzbaulichen Grundausbildung (jeweils 56,3 %), der Bauphysik (62,5 %) und in Statik und Konstruktion (56,3 %) weiter zu qualifizieren. Die Angestellten, welche die Arbeitsvorbereitung durchführen, bedürfen vor allem im Thema Sicherheit beim Transport bzw. in der fachlichen Grundausbildung im Holzbau (jeweils 39,6 %), in der Materialtechnik (33,3 %), in der Arbeitssicherheit auf der Baustelle (27,1 %) sowie im Baubetrieb allgemein (25,0%) einer Weiterbildung zufolge der Rückmeldung der Experten.

Frage 8.1.4

In welchen Bereichen sehen Sie Weiterbildungsbedarf des Baustellen-Personals auf der Holzbau-Baustelle?

Im Gegensatz dazu weist auch das Baustellen-Personal in denselben Kategorien einen ähnlich hohen Weiterbildungsbedarf wie die Angestellten auf. Dabei haben Poliere von Generalunternehmern vor allem in der fachlichen Grundausbildung im Holzbau und in der Materialtechnik (jeweils 55,2 %) sowie in der Bauphysik (62,1 %) ebenso wie auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit (48,3 %) und den technischen Normen (62,1 %) Weiterbildungsbedarf zufolge den Experten. Poliere und Hilfspolier im Holzbau bedürfen ähnlich wie Mitarbeiter von Generalunternehmen in der Materialtechnik (58,6 %), in der Bauphysik sowie den technischen Normen (jeweils 62,1 %) neben der Arbeitssicherheit (58,6 %) einer Weiterbildung. Ebenso sind sie im allgemeinen Baubetrieb (48,3 %) und der allgemeinen Bauwirtschaft sowie punkto Sicherheit beim Transport (jeweils 44,8 %), in Statik und Konstruktion (37,9 %), in Kalkulation und Angebot (34,5 %) sowie im Bauvertragswesen (41,4 %) zu qualifizieren. Die Vorarbeiter haben ähnlich wie die Facharbeiter, jedoch in prozentuell höherer Ausprägung, in der holzbaulichen Grundausbildung, der Material- und Verbindungstechnik, der Bauphysik und arbeitssicherheitstechnischen Belangen auf Baustellen sowie beim Transport Weiterbildungsbedarf. Die Experten geben an, dass Hilfsarbeiter und Lehrlinge in der holzbaulichen Grundausbildung, der Material- und Verbindungstechnik, der Bauphysik aber vor allem in den Themen Sicherheit auf der Baustelle und beim Transport Weiterbildungsbedarf aufweisen.

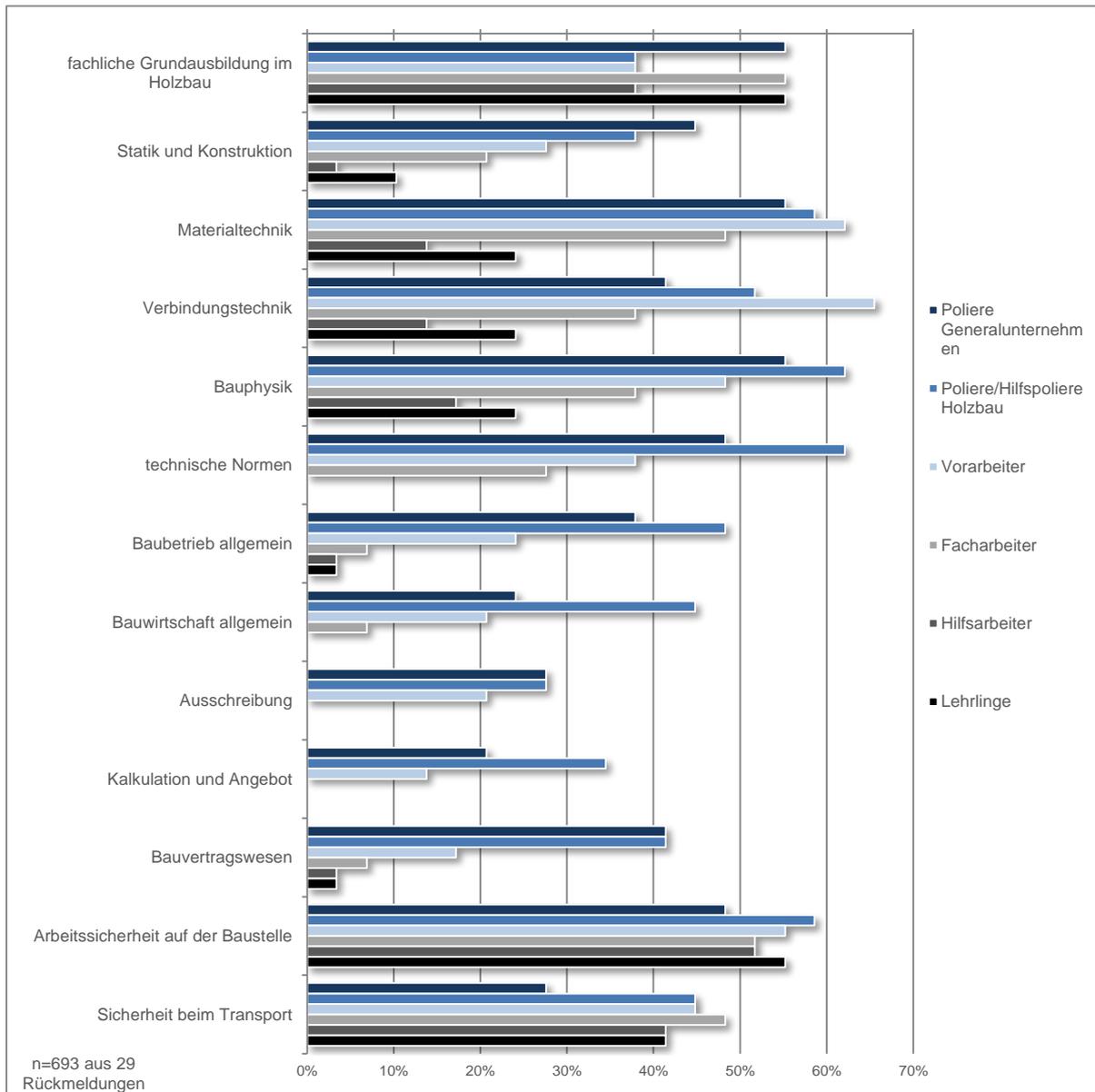


Bild 5.67 Weiterbildungsbedarf des Baustellen-Personals in einzelnen Themengebieten (Frage 8.1.4)

Die Suche nach ausreichend qualifiziertem Personal gestaltet sich gemäß den Experten als eher schwierig bis mitunter sehr schwierig, wobei dies generell für Projektleiter, für Vertriebsmitarbeiter, Montageleiter, Bauleiter, die operative Projektbearbeitung, allgemeine Fachplaner, Tragwerksplaner, Fachplaner der TGA, die ÖBA, Bautechniker und Zeichner, Kalkulanten, Baukaufleute, Arbeitsvorbereiter, Poliere und Hilfspoliere, Vorarbeiter und Facharbeiter zutrifft. Lediglich Architekten und Hilfsarbeiter sind nach Ansicht der Experten sehr leicht zu finden. (Anmerkung: n=36 bis 61 bei Grafik 8.1.5)

Frage 8.1.5

Wie stufen Sie die Suche nach ausreichend qualifiziertem Personal im Holzbau derzeit ein?

→ Grafik im Anhang

5.7 Fazit der empirischen Untersuchung

Die in den vorangegangenen Abschnitten dargestellten Ergebnisse, welche im Zuge von Arbeitsstudien (Vgl. Kap. 5.3.5) sowie Expertenbefragungen (Vgl. Kap. 5.4.2) erhoben wurden und im Rahmen des empirischen Untersuchungsdesigns als wesentliche Teile der Stufe 1 (Vorbereitung) einzustufen sind, bilden die inhaltliche Grundlage für die in Stufe 2 durchgeführte breit angelegte Umfrage unter Experten zum *Planen und Bauen mit Holz*. Dabei formt der grundlegend generierte Datenpool zur Identifikation der Themengebiete sowie durch die ergänzende Empirik theoretischer Betrachtungen und Vergleiche gemeinsam mit den Erkenntnissen aus den Forschungsprojekten zur Auswahl und Adaptierung gezielter Frageformulierungen die Ausgangsbasis für die Umfrage. Die im Rahmen dieser Umfrage erhobenen Aussagen sowie ableitbaren Tendenzen und Entwicklungen bilden ergänzend zur einschlägigen Literatur und Ergebnissen einzelner Studien und Forschungsprojekte eine umfassende Grundlage zu unterschiedlichen baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themengebieten im Bereich des Industriellen Holzbaus, welche auch den Ausgangspunkt für die weitere Betrachtung darstellt.

Im nun folgenden Abschnitt wird aufbauend aus den Erkenntnissen der Umfrage einerseits eine Potenzialdarstellung zu den einzelnen Prozessfaktoren und Einflussgrößen vorgenommen. Aus dieser werden andererseits die weiteren Optimierungsschritte in den einzelnen Bereichen abgeleitet. Die gewonnenen Grundsätze, Prinzipien und Feststellungen im Kontext der abgeleiteten und darin enthaltenen Prozessfaktoren bilden die Basis für die Aufstellung des Bauprozessmodells.

6 Ableitung des Bauprozessmodells für den Holzsystembau

Der Holzsystembau ist aufgrund der zahlreichen Einfluss- und Prozessfaktoren stark differenziert und erfordert eine multilaterale Betrachtungsweise. Aufbauend auf den Analysen und empirischen Erhebungen der derzeitigen Baupraxis kann die Struktur für ein Modell unterschiedlich gestaltet werden, jedoch thematisch konsistent sein. Daher ist eine Betrachtung von verschiedenen Seiten notwendig, um die maßgeblichen Parameter filtern und bewerten zu können. Es ist das Ziel dieser Untersuchung, ein Bauprozessmodell für den Holzsystembau zu entwickeln, welches es erlaubt, die aus den Prozessfaktoren ableitbaren vorhandenen Potenziale unterschiedlichen Positionen im Bauprozess zuzuordnen und diesen damit zu gestalten.

Demnach erfolgt in diesem Abschnitt die Verschränkung der empirisch erhobenen Daten mit den aus der Literatur gewonnenen Erkenntnissen, um eine Bekräftigung der, im Rahmen des Untersuchungsdesigns festgelegten, Einfluss- und Prozessfaktoren zu erreichen. Die aus den Arbeitsstudien, den Expertenbefragungen sowie der Umfrage *Planen und Bauen mit Holz* ableitbaren Einflussgrößen bilden die Basis für die darauf aufbauende Potenzialanalyse, welche einen deduktiven Schluss betreffend vorhandener Potenzialkriterien des Holzsystembaus zulässt. Die Wechselwirkungen dieser Einflüsse stellen einerseits entsprechende erfolgskritische Auswirkungen auf ein künftiges Bauprozessmodell dar. Andererseits kann aus den einzelnen Prozessfaktoren der jeweilige Handlungsbedarf abgeleitet werden. Dieser gestaltet sich in Abhängigkeit der betrachteten Sphäre differenzierter, da sich die Einflüsse und Rahmenbedingungen, aber auch die Beteiligten sowie deren Verantwortungs- und Handlungsbereiche teilweise unterscheiden.

Deshalb wird im Rahmen der Modellbildung dieser Betrachtung eine Einteilung in drei unterschiedlichen Wirkebenen – der Planung, der Ausführung sowie im Übergangsbereich der Planung und Ausführung – vorgenommen. Diese in der gegenständlichen Untersuchung auch als Sphären bezeichneten Positionen der Beteiligten stellen die drei maßgeblichen Einflussbereiche in Abhängigkeit der Unternehmenseinsatzform bzw. Vertragskonstellation dar.

Das darauf aufbauende Bauprozessmodell gliedert sich zufolge dieser drei Sphären sowie aufgrund der vier unterschiedlichen Ebenen des Bauprozessmanagements. Es lassen sich durch eine Ableitung der Prozessfaktoren mit dem zugehörigen Potenzial sowie den Einflussgrößen aus den Managementprozessen die technischen und bauwirtschaftlichen Maßnahmen generalisieren, welche im Rahmen der Implementierung eines Bauprozessmanagements im Holzsystembau entstehen.

6.1 Prozessmodell und Modellierung

Die Darstellung von komplexen Zusammenhängen sowie der Struktur und der einzelnen Funktionen bedürfen eines systemorientierten Denkens, welches sich in Form von Modellen ausdrücken lässt. Innerhalb der Modellbildung stellt sich demnach einerseits die Frage nach der Zweckmäßigkeit, andererseits nach der jeweiligen Relevanz der Parameter, um die gewünschten Ergebnisse mit den bestimmenden Eigenschaften der Eingangsparameter zu erreichen.¹³²²

Im Zuge derartiger Modellbildungen ist es daher sinnvoll, auf die Methoden des *Systems Engineering (SE)* zurückzugreifen, welches als systematischer Leitfaden zur Gestaltung von Systemen bzw. Abwicklung selbiger verstanden werden kann.¹³²³ Dieses Konzept bildet ein Denkmodell, welches eine Methodik der Vorgehensweise beschreibt, um komplexe Probleme systematisch und transparent zu lösen und eine effiziente Abwicklung zu ermöglichen. Das dabei notwendige Systemdenken stellt das Werkzeug dar, welches die Erfassung der Zusammenhänge sowie die Strukturierung und Abgrenzung zur Ausgangssituation zulässt. Das darauf aufbauende modulare Konzept der einzelnen Schritte beschreibt das Vorgehen in Form einer Systembildung, um die inhaltliche Gestaltung eines Modells zu ermöglichen. Die Methode des Systems Engineering fungiert als Systemansatz, welcher von der Situationsanalyse ausgehend über die Zielformulierung eine Lösungssuche sowie eine Bewertung einzelner Lösungen zulässt.¹³²⁴

Das nachfolgende Bild 6.1 zeigt das Konzept des Systems Engineering.

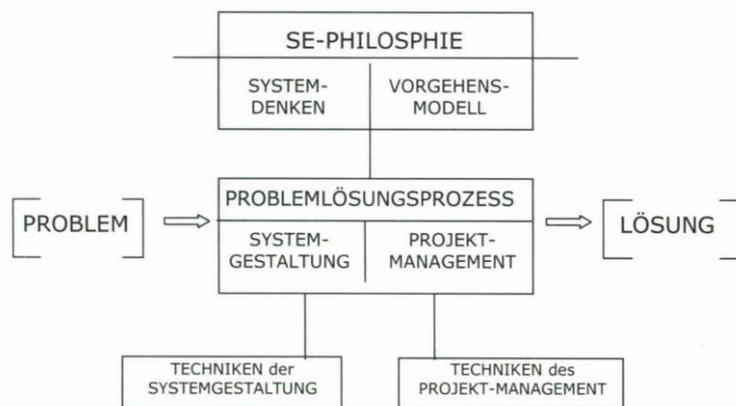


Bild 6.1 Prinzip des Systems Engineering¹³²⁵

¹³²² Vgl. WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. S. 165

¹³²³ Vgl. HABERFELLNER, R.; STELZMANN, E.: Systems Engineering: neu überdacht. In: WINGbusiness, Nr. 3/41. Jahrgang/ September 2008. S. 18

¹³²⁴ Vgl. DANGELMAIER, W.: Theorie der Produktionsplanung und -steuerung. S. 167 ff

¹³²⁵ HABERFELLNER, R.; STELZMANN, E.: Systems Engineering: neu überdacht. In: WINGbusiness, Nr. 3/41. Jahrgang/ September 2008. S. 18

Diesen Prinzipien folgend wird die Modellbildung im Holzsystembau vorgenommen, um aufbauend auf den Untersuchungen sowie der Literaturanalyse die Auswirkungen und Handlungsalternativen ableiten zu können. Dabei gestaltet sich der Prozess der Modellierung aufgrund der zahlreichen Einflussgrößen und lenkenden Parameter dynamisch, da unterschiedliche Eingangsgrößen differenzierte Reaktionen hervorrufen. Die Einschätzung der erhobenen Daten bildet demnach den Kern der Modellbildung, da aufbauend auf die durchgeführte Umfrage die spezifischen Merkmale einzelner Einflussgrößen einer differenzierten Betrachtung bedürfen, um allgemein gültige Aussagen treffen zu können.¹³²⁶

Mithilfe des Systems Engineering ist es möglich, den Prozess der Modellbildung zur Ableitung eines Bauprozessmodells im Holzsystembau zu gestalten. Das dahinter steckende ganzheitliche Denken beinhaltet eine Betrachtungsweise, welche systemisch die Bausteine und Elemente, deren Beziehungen untereinander und nach außen hin sowie die zu erreichende Zielgröße und den zu beschreitenden Weg definiert. Das Vorgehensmodell umfasst vier Komponenten, welche miteinander in Wechselwirkung stehen und sinnvoll zu kombinieren sind.

- Das erste Modul bestimmt dabei die Vorgehensweise nach dem Prinzip vom Groben zum Detail in Form eines Top-Down-Ansatzes, welcher eine Variantenbildung zulässt.
- Im zweiten Modul werden die Vorgehensprinzipien konkretisiert und Varianten und Alternativen berücksichtigt sowie eine zeitliche Gliederung inkludiert. Dabei wird der Prozess in die Vorstudie, die Hauptstudie und die Detailstudien gegliedert.
- In Modul drei erfolgt eine zeitliche Aufteilung von der Systementwicklung bis hin zur Realisierung mit dazwischen liegenden Entscheidungspunkten.
- Im letzten Modul vier wird der Problemlösungszyklus als ein sich wiederholender Ablauf verstanden, welcher systematisch von der Ziel- zur Lösungssuche und der Auswahl geprägt wird.¹³²⁷

Im Falle des zu entwickelnden Bauprozessmanagements im Holzsystembau bedarf es eines Modells, welches die technischen Randbedingungen und Einflüsse, das baubetriebliche Umfeld und die bauwirtschaftlichen Besonderheiten so miteinander kombiniert, dass sie mittels den Kern- und Supportprozessen des Prozessmanagements holzbauspezifisch berücksichtigt werden können.

Das nachfolgende Bild 6.2 bildet den Vorgang der Ableitung eines Bauprozessmodells in Anlehnung an das Konzept des Systems Engineerings

¹³²⁶ Vgl. DANGELMAIER, W.: Produktionstheorie 1. S. 371 ff

¹³²⁷ Vgl. HABERFELLNER, R. et al.: Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung. S. 83, 193 ff

ab. Dabei wird ersichtlich, dass die Erfassung der Einflussgrößen in den einzelnen Bereichen der identifizierten Einfluss- und Prozessfaktoren einer Strukturierung bedürfen, welche im Weiteren eine Gewichtung und Bewertung einzelner Potenzialkriterien zulässt, um darauf aufbauend die Auswirkungen und Handlungsbedarfe auf den Ebenen des Bauprozessmanagements erkennen zu können.

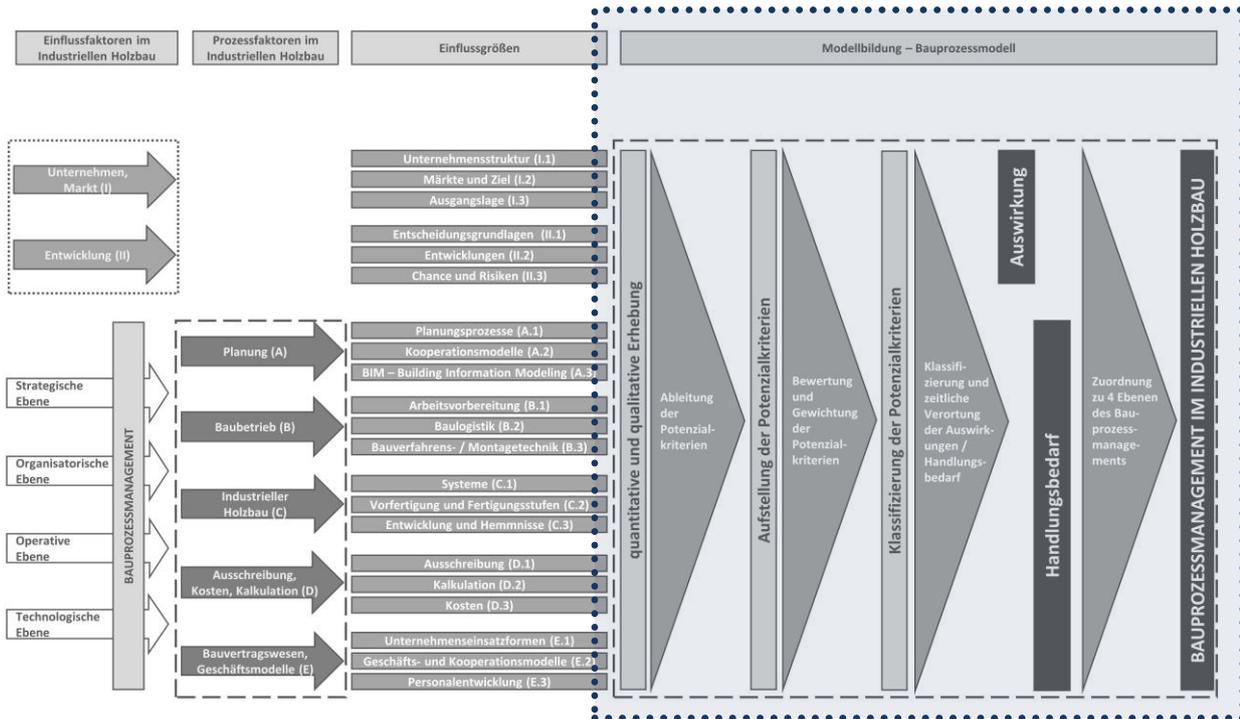


Bild 6.2 Vorgang der Ableitung des Bauprozessmodells im Holzsystembau

Diese prinzipielle Darstellung des Ablaufes der Modellbildung bzw. Ableitung des Bauprozessmodells erfährt in der weiteren Untersuchung eine stetig zunehmende Detaillierung, um abschließend den Übergang des Prozessmodells hin zum Bauprozessmanagement unter Berücksichtigung der auftretenden Einflussgrößen mit speziellem Bezug zum Holzbau zu ermöglichen. Das dabei entwickelte Referenzmodell gestaltet sich nach den Prinzipien des Systems Engineering strukturiert, um einerseits vom Groben ins Feine, und andererseits aufgrund der zahlreich auftretenden und zulässigen Varianten sämtliche Rahmenbedingungen ausreichend zu berücksichtigen.¹³²⁸ Demgemäß wird das zugrunde liegende Referenzmodell im nachfolgenden Abschnitt detailliert beschrieben.

¹³²⁸ Vgl. LANGFORD, G. O.: Engineering Systems Integration – Theory, Metrics and Methods. S. 103 ff

6.2 Ableitung eines Referenzmodells

In diesem Abschnitt wird basierend auf den Prinzipien des Systems Engineering die Ableitung eines Referenzmodells vorgenommen, um darauf aufbauend eine umfassende Potenzialdarstellung zu den einzelnen Themenfeldern der Umfrage vorzunehmen. Das erhobene Potenzial stellt in der weiteren Optimierungsanalyse die Ausgangsbasis für die daran anschließende Gewichtung und Bewertung dar, welche aufgrund einer detaillierten Analyse der einzelnen Gruppen der Umfrage eine Klassifizierung der maßgeblichen Potenzialkriterien zulässt. Diese Unterschiede geben einerseits Auskunft über die Qualität der Daten und andererseits auch über die Angaben der Experten zu den Einfluss- und Prozessfaktoren sowie deren Einfluss auf die Prozesse an sich.

Die Modellbildung für den Holzsystembau sowie die Zuordnung der Potenzialkriterien zu den einzelnen Ebenen des Bauprozessmanagements erfolgt aufgrund der Gewichtung der Potenzialkriterien. Dabei ist es gemäß der Analyse erforderlich, dass die Bewertung der erhobenen Daten und gefilterten Einflussgrößen, welche das Potenzial für den Industriellen Holzbau abbilden, in Bezug zur jeweils befragten Gruppe – Planung, Ausführung, Auftraggeber und Andere – erfolgt, um im Weiteren eine neutrale Gewichtung der Kriterien zu gewährleisten.

Eine Modellbildung – aufbauend auf dem Konzept des Systems Engineering – für den Holzsystembau erfolgt gemäß Bild 6.3, wobei die externen Einflussgrößen sowohl aus dem technischen, als auch aus dem wirtschaftlichen Bereich kommen und in die einzelnen Managementprozesse zu integrieren sind.

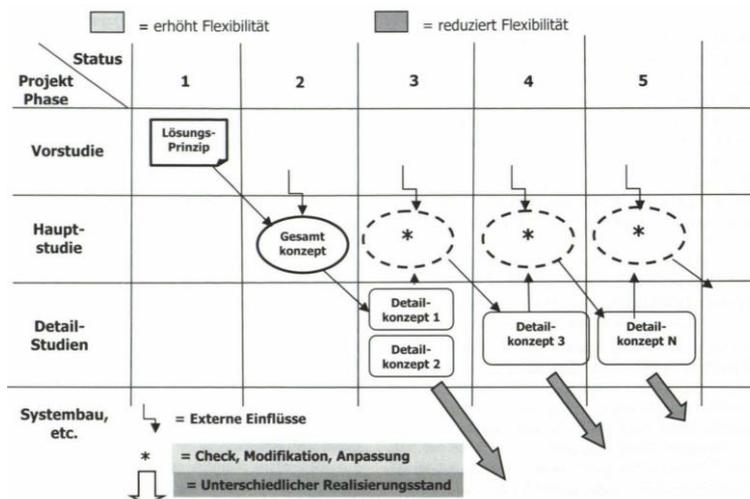


Bild 6.3 Prinzip eines Gesamtkonzeptes mit Integration von Teilergebnissen und externen Einflüssen ¹³²⁹

¹³²⁹ HABERFELLNER, R.; STELZMANN, E.: Systems Engineering: neu überdacht. In: WINGbusiness, Nr. 3/41. Jahrgang/ September 2008. S. 24

Diese Form der Detaillierung wird für sämtliche untersuchte Tätigkeitsfelder sowie auch hierarchischer Ebenen vorgenommen. Um eine nachvollziehbare Gliederung für die einzelnen Projektbeteiligten innerhalb eines Bauvorhabens zu ermöglichen, werden im Zuge der Modellierung die erhobenen Potenziale den drei unterschiedlichen Wirkebenen zugeordnet, welche sich in Form der Planung, der Ausführung sowie im Übergangsbereich der Planung und Ausführung einordnen lassen.

Im Rahmen dieser Modellierung werden die drei Wirkebenen auch als Sphären bezeichnet, welche entgegen der allgemein gültigen Zuordnung der Sphäre zur Seite des Auftraggebers und jener des Auftragnehmers, die Positionen der Beteiligten mit den drei maßgeblichen Einflussbereichen in Abhängigkeit der Unternehmenseinsatzform bzw. Vertragskonstellation darstellen. Daher wird die Zuordnung dieser Potenzialkriterien zu den drei Sphären – Planung, Ausführung und Planung & Ausführung – vorgenommen und eine Gewichtung aufbauend auf die vergleichende Analyse der Potenziale durchgeführt (Vgl. Bild 6.42).

Dabei kommt dem Thema Planung als abgeschlossene Disziplin jene Bedeutung zu, welche sich aufgrund der Planungsaspekte in den Holzbauunternehmen als Ergänzung zu den allgemeinen Planungsbeteiligten eines Projektes ergeben. Die Ausführungsebene beinhaltet jenen Zuständigkeitsbereich, welcher sich aufgrund einer Beteiligung eines Holzbauunternehmens ohne jegliche Planungsverantwortung als ausschließliches Ausführungs- bzw. Zulieferunternehmen ergibt. Die Kombination von Planung und Ausführung impliziert eine Form des im Holzbau zunehmend im Einsatz befindlichen Generalübernehmers, welcher bis zur Teil-GU Vergabe den gesamten Holzbau auf planender und ausführender Seite inkludiert.

Das daraus ableitbare Modell umfasst auf den vier Ebenen des Bauprozessmanagements (Vgl. Kap. 2.1.2.5) jeweils Handlungsspielräume sowie Auswirkungen, welche in Summe gesehen das Bauprozessmodell der jeweiligen Sphäre – Planung (SP-P), Ausführung (SP-A), Planung & Ausführung (SP-P&A) – umfasst.

Diese Vorgehensweise wird in nachfolgendem Bild 6.4 veranschaulicht. Dabei wird deutlich, dass sowohl die untersuchten Einflussfaktoren I und II, als auch die identifizierten Prozessfaktoren A, B, C, D und E einzelne Einflussgrößen aufweisen, welche differenziert gestaltet sind und teils konträre Auswirkungen haben. Demnach werden diese Einflussgrößen (I.1 bis II.3 und A.1 bis E.3) jeweils im Detail betrachtet, um daraus das Potenzial abzuleiten und im Anschluss mittels Potenzialanalyse bewerten zu können.

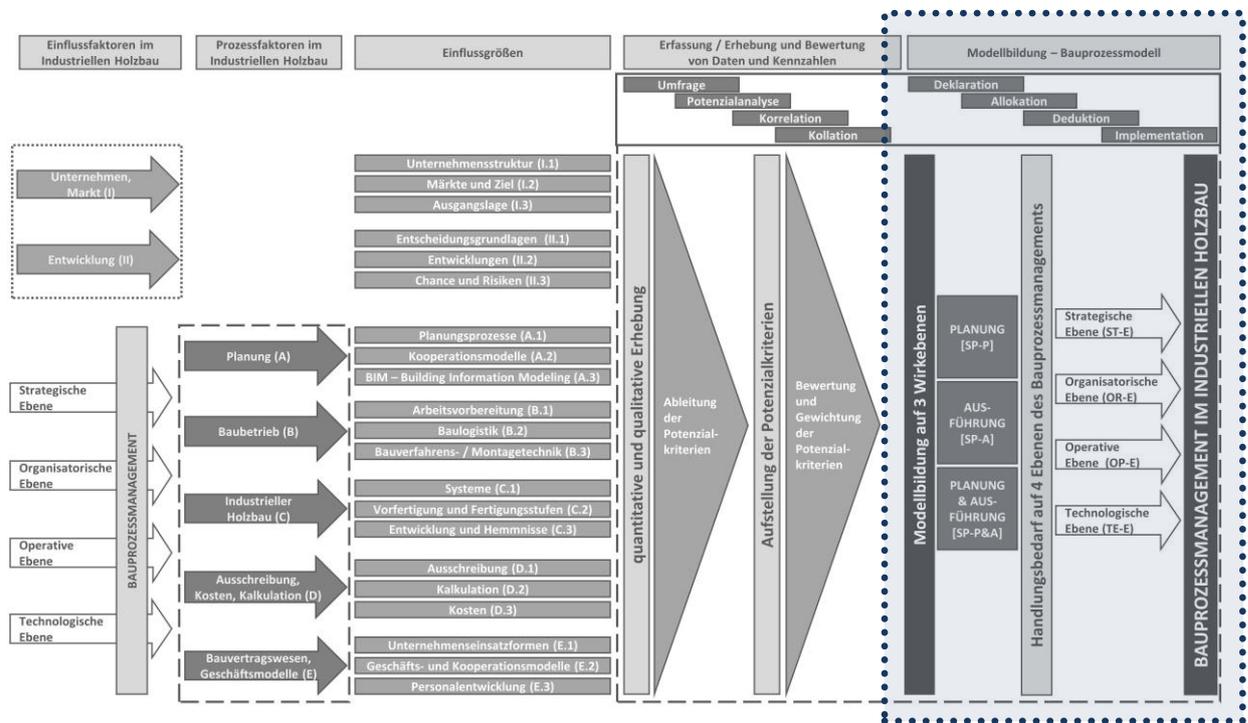


Bild 6.4 Prozess der Modellbildung – Zuordnung zu Ebenen des Bauprozessmanagements im Holzsystembau

Die Aufstellung der Potenzialkriterien aufgrund der Umfrageergebnisse bildet die Basis für die weitere Gewichtung innerhalb der Modellbildung, welche sich hauptsächlich aufgrund der Bewertungen der Experten aus den einzelnen Kategorien – Planung, Ausführung, Auftraggeber und Andere – ergibt. Durch die Korrelation und den Vergleich der Aussagen ist es möglich, im Bereich der Einflussgrößen des Unternehmens / Marktes (I), sowie aus der Entwicklung (II) des Holzbaus heraus eine Bewertung der Auswirkungen auf den Holzsystembau auf drei Stufen – kleine, mittlere und große Auswirkungen – vorzunehmen. Des Weiteren wird innerhalb der fünf Prozessfaktoren – Planung (A), Baubetrieb (B), Industrieller Holzbau (C), Ausschreibung / Kosten / Kalkulation (D), Bauvertragswesen / Geschäftsmodelle (E) – eine Ableitung der Handlungsbedarfe in ihrer Gesamtheit für jeden Prozessfaktor bzw. auf der Ebene der Potenzialkriterien für einzelne Einflussparameter durchgeführt. Dieser Handlungsbedarf wird in den Kategorien klein, mittel und groß bewertet. Durch die Zuordnung zu den Auswirkungen und Handlungsbedarfe zu den vier Ebenen des Bauprozessmanagements – strategisch, organisatorisch, operativ, technologisch – sowie die Gewichtung der jeweiligen Potenzialkriterien in klein, mittel und groß ergibt sich in den drei Sphären jeweils ein umfassendes Kompetenzprofil. Dieses gibt dem Betrachter Auskunft über kurz-, mittel- und langfristige Anforderungen bzw. Handlungsbedarfe in der jeweiligen Sphäre, um die Erfordernisse einzelner Teilbereiche auch künftig erfüllen zu können.

Die Einbettung des daraus ableitbaren Bauprozessmodells in das Konzept des Bauprozessmanagements gibt die Möglichkeit einer Form der Operationalisierung und lässt unter Zuhilfenahme der Managementeinflüsse sowie technisch-bauwirtschaftlicher Maßnahmen eine Prozess- und Bauablaufoptimierung im Industriellen Holzbau zu.

6.3 Potenzialdarstellung aufgrund der Datenerhebungen

Die Einflussfaktoren stellen ebenso wie die Prozessfaktoren maßgebliche Einflussgrößen in einem generischen Prozessmodell dar (Vgl. Kap. 5.2). Dabei formen die Einflussfaktoren den Rahmen, welcher einerseits durch das Unternehmen selbst, andererseits aber vor allem durch den Markt aufoktroiert wird. Die stetige Entwicklung, mit all ihren fördernden, aber auch hemmenden Kriterien bildet ergänzend hierzu die Basis für eine Chancen-Risikoabwägung, wobei in diesem Zusammenhang das ableitbare Potenzial im Mittelpunkt steht. Daneben formen die Prozessfaktoren den eigentlichen Kern eines Prozessmodells. In Kapitel 5 wurden diese Prozessfaktoren sowie die Beurteilung ihrer Zusammenhänge im Rahmen des Industriellen Holzbaus mittels Umfrage unter Experten evaluiert, um auf die so erhobene Datenbasis aufbauend die Modellbildung in diesem Abschnitt vorzunehmen. Dabei konnten zahlreiche Einflussgrößen innerhalb der Prozessfaktoren bestimmt, deren Entwicklung nachvollzogen sowie deren Wechselbeziehung zu den rahmenformenden Einflussfaktoren und auch ihre Kohärenz untereinander abgesteckt werden. Schlussendlich ist jedoch das jeweilige Potenzial der Referenzpunkt für die Ableitung der Tendenz im Kontext eines Modells maßgebend.

Unter dem Begriff *Potenzial* wird im Allgemeinen die Entwicklungsmöglichkeit verstanden, also die Gesamtheit von noch nicht ausgeschöpften Möglichkeiten und Mitteln. Das Potenzial fungiert daher als Reserve, welches die Möglichkeit bietet, eine vorhandene Leistungsfähigkeit nutzbar zu machen.¹³³⁰

In diesem Abschnitt werden die Potenziale der einzelnen Einfluss- und Prozessfaktoren dargestellt und aufgrund ihrer Zuordnung gemäß den vorangegangenen Kapiteln unterschieden. Die Verknüpfung einzelner Faktoren sowie die Darstellung des Bezugsrahmens in der Konstellation eines Bauprozessmodells folgen in den anschließenden Abschnitten.

6.3.1 Potenzial Marktentwicklung und Akzeptanzsteigerung

Ergänzend zu den in Kapitel 5.6.2 dargelegten Ergebnissen zur Marktentwicklung ist gemäß der durchgeführten Umfrage *Planen und Bauen mit Holz* das Entwicklungspotenzial des Holzbaus den Experten zufolge (Bild 6.5) vor allem in der Kategorie Neubau und teils auch im Um- und Zubau sowie der Sanierung auszumachen. Besonders der Bereich des mehrgeschossigen Wohnbaus weist mit 72,0 % ein deutlich größeres Potenzial auf, als jener des Einfamilienhausbaus (48,8 %), wobei auch das Feld öffentliche Bauten im Bildungssektor (53,9 %) ein wesentliches Potenzial darstellt. Das Entwicklungspotenzial wird seitens der Experten in all diesen Kategorien vor allem im Neubau, aber auch im Um- und Zubau mit

Frage 2.1.3

Geben Sie in den angegebenen Kategorien jene sechs Einsatzfelder mit dem stärksten Entwicklungspotenzial im Bauen mit Holz in den nächsten Jahren an.

¹³³⁰ Vgl. DUDEN: Fremdwörterbuch. S. 648

jeweils fast 40 % im Einfamilienhausbau und mehrgeschossigen Wohnbau gesehen. Generell wird vor allem die Kategorie Neubau von öffentlichen Bauten (Gesundheitssektor 22,0 %, weitere öffentlichen Bauten 28%), Gewerbe- und Industriebauten sowie Bürobau mit jeweils rund 45 % und landwirtschaftliche Bauten mit rund 32 % als jene mit dem stärksten Entwicklungspotenzial gegenüber dem Um- und Zubau bzw. der Sanierung eingestuft.

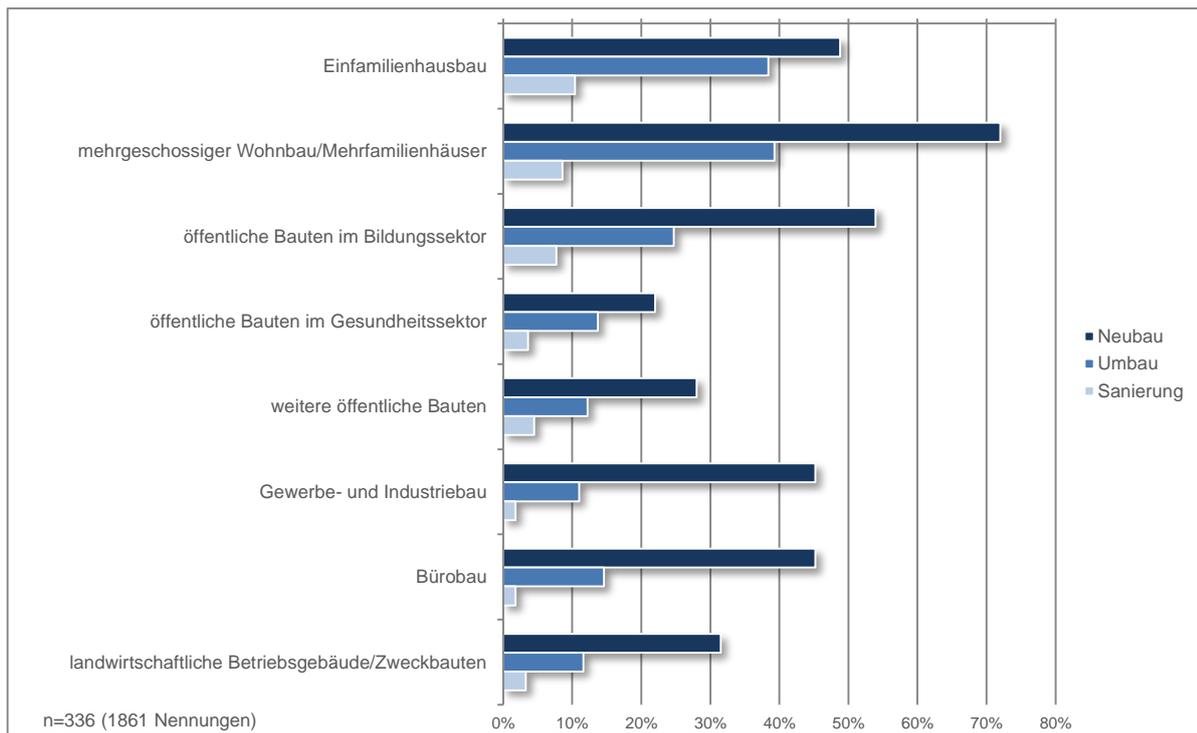


Bild 6.5 Entwicklungspotenzial im Holzbau in unterschiedlichen Kategorien (Frage 2.1.3)

Dieses erhobene Entwicklungspotenzial deckt sich auch mit den Aussagen bisheriger Tendenzen und einer allgemeinen Marktentwicklung im Holzbau, wie sie sich bspw. auch aus der Erläuterung des Holzbauanteils in AT, DE und CH in Kap. 4.2.5 in ähnlicher Weise ableiten lässt.

Der Trend zum Holzbau ist derzeit, unabhängig von den betrachteten Studien, vor allem nach wie vor in der Kategorie Neubau und darin bei großvolumigen Wohnbauten (mehrgeschossiger Wohnbau) bzw. im Büro-, Gewerbe- und Industriebau zu identifizieren. Hierzu spielt der öffentliche Bau im Bildungs- und Gesundheitssektor bzw. anderer öffentlicher Bauten in Abhängigkeit der Investitionswilligkeit der öffentlichen Hand künftig eine stärkere Rolle. Ergänzend dazu wird sich im Bereich des Einfamilienhauses vor allem die Tendenz zum Umbau bzw. auch Sanierung selbiger positiv für den Holzbau auswirken. Diese Verteilung ändert sich im Kontext urbaner Lebensräume wesentlich und auch spezifisch je Kategorie, lässt jedoch in der Gesamtbetrachtung eine stetig wachsende Marktentwicklung bspw. auch in der Wohnraumerweiterung durch Aufstockungen und

urbane Nachverdichtungen auch in den kommenden Jahren erwarten. Dies beeinflusst die Absatzmöglichkeiten von Holzbauunternehmen positiv, was dem Holzbau in Summe gesehen weitere Zuwachsraten ähnlich wie in den vergangenen Jahren gewähren kann.

Als wesentlich in diesem Zusammenhang stellen sich die Angaben der Experten zu den genannten Ansätzen zur Steigerung der Akzeptanz des Materials Holz im Allgemeinen gemäß Bild 6.6 dar. Es wird ersichtlich, dass das sehr hohe Potenzial vor allem durch künftig höhere ökologische Anforderungen (44,1 %), durch die Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen für Holzbauten (40,4 %), durch die technische (Weiter-)Entwicklung von Systemlösungen (40,1 %) sowie durch ein verpflichtendes Entsorgungskonzept als Teil der Genehmigungsplanung (37,3 %) besteht. Daneben wird das Thema der Senkung der Baukosten durch die Vorfertigung, die Aufklärungsarbeit beim Bauherrn, die Umsetzung von Leuchtturmprojekten, die stärkere Zusammenarbeit zwischen den Verbänden der Holzwirtschaft und der Ausbau des Fachinformationsservice als eher hohes bzw. sehr hohes Potenzial eingestuft.

Frage 2.1.4

Wie bewerten Sie das Potenzial der folgenden Ansätze zur Steigerung der Akzeptanz des Materials Holz im Bauwesen?

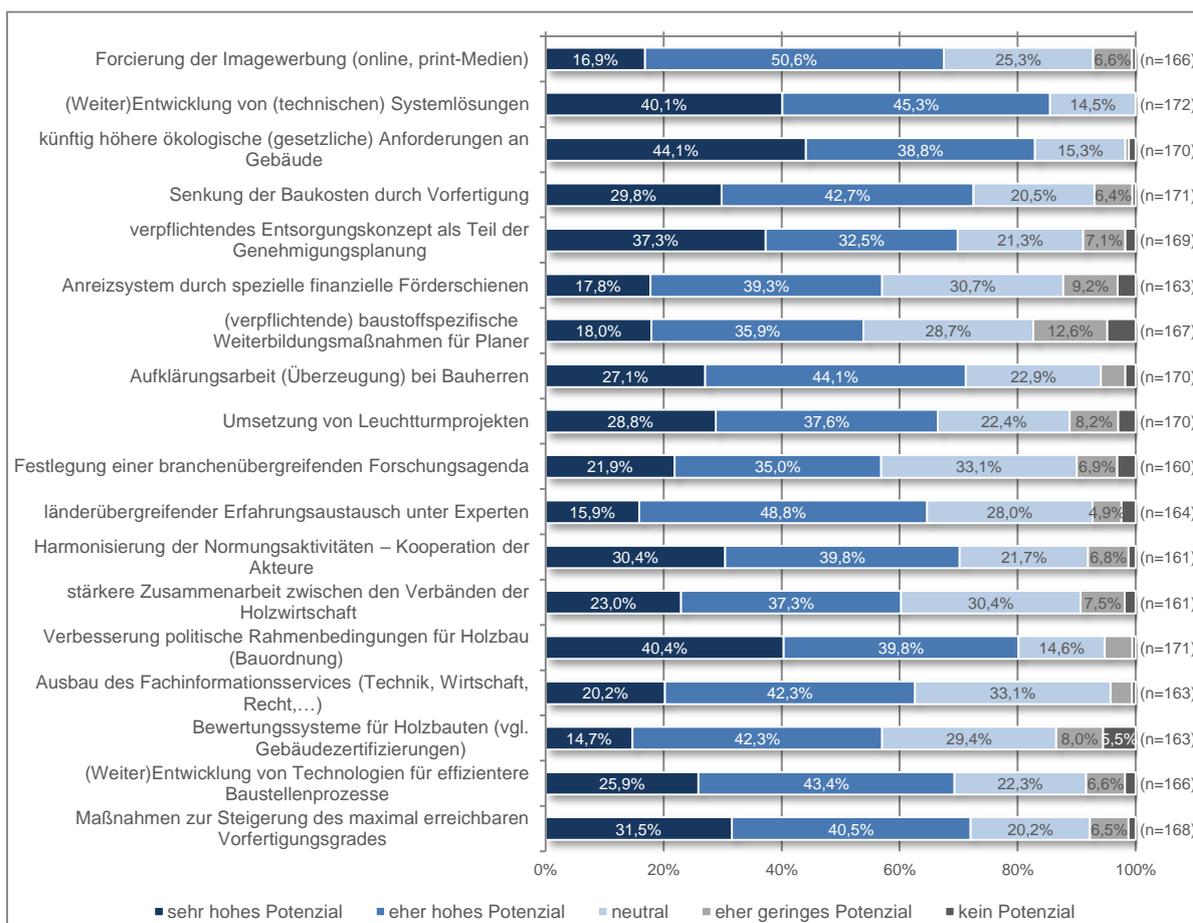


Bild 6.6 Potenzial unterschiedlicher Ansätze zur Akzeptanzsteigerung (Frage 2.1.4)

Die (Weiter-)Entwicklung von Technologien für effiziente Baustellenprozesse sowie Maßnahmen zur Steigerung des maximal erreichbaren Vorfertigungsrades fallen in den Bereich eines eher hohen bzw. sehr hohen Potenzials gemäß der Umfrage. Im Gegenzug dazu stellen Bewertungssysteme für Hochbauten, wie bspw. Gebäudezertifizierungen ebenso wie (verpflichtende) baustoffspezifische Weiterbildungsmaßnahmen für Planer und Anreizsysteme durch spezielle Fördermaßnahmen ein geringes Potenzial zur Steigerung der Akzeptanz dar.

In Ergänzung zu den in der Umfrage erhobenen akzeptanzsteigernden Maßnahmen spielen gemäß Kap. 4.2.6 vor allem der weitere Aufbau von technischen Informationsplattformen bzw. detaillierten Informationsquellen für den schall-, wärme- und brandschutztechnischen Themenkomplex eine zentrale Rolle für eine Erhöhung der Akzeptanz von Holz im Bauwesen. Daneben gestaltet sich sowohl für Planer, als auch für Ausführende und sämtliche in den Holzbau involvierten Personenkreise über alle Verantwortlichkeitsebenen und Tätigkeitsfelder hinweg der Auf- und Ausbau von differenzierten Weiterbildungsmaßnahmen mit spezifischer Ausprägung weg von allgemeinen holzbaulichen Themen hin zu Schwerpunkten und detaillierten technischen und bauwirtschaftlichen Fragestellungen als die große Herausforderung der Zukunft. Diese Themenfelder werden auf Unternehmensebene vor allem durch die Entwicklung der Prozesse in der Fertigung sowie der Optimierung der Vorfertigung hin zu prozessgesteuerten Bauabläufen ergänzt und bilden neben der Anpassung der Gesetzgebung sowie der oftmals geforderten Verbesserung der Rahmenbedingungen die Basis für eine Weiterentwicklung im Holzbau.

Daraus wird erkennbar, dass die prognostizierte positive Marktentwicklung vor allem durch eine weitere Stärkung der Kompetenzen von innen heraus (branchenintern) stattfinden wird und eine Steigerung der Akzeptanz durch einerseits technisch ausgereifte und großteils noch zu entwickelnde Lösungen und andererseits vor allem durch die stetige Qualifikation aller Beteiligten in vielschichtigen Bereichen erreicht werden kann. Das technische Leistungsvermögen des Holzbaus kann lediglich mittels qualifizierter Humanressourcen auf gesicherten Weiterbildungsebenen auch weiterhin einen positiven Effekt erzielen.

Neben dieser allgemein feststellbaren Marktentwicklung bzw. Trenderkennung sind in den einzelnen Prozessfaktoren durchaus unterschiedliche Potenziale im Holzbau erkennbar, welche in den nun folgenden Abschnitten im Detail dargestellt werden.

6.3.2 Potenzial Planung

Das Thema Planung im Holzbau, mit den zugehörigen Planungsprozessen, Verantwortlichen und Schnittstellen sowie die derzeitigen Herausforderungen und künftigen Potenziale wurde im Zuge der Umfrage – ebenso wie das Thema Building Information Modeling (BIM) – mit den Potenzialen

und Einsatzfeldern sowie abzubauenen Hemmnissen gemäß Abschnitt 5.5 nicht separat erhoben. Aufgrund des Umfangs des Themengebietes Planung und BIM sowie durch den bereits zahlreiche Themengebiete umfassenden Fragebogen wurde die Umfrage diesbezüglich zwar erstellt, jedoch vor dem Versand gekürzt. Dennoch wird in der weiteren Untersuchung dieses wesentliche Thema im Holzbau detailliert betrachtet. Hierzu wurden die erhobenen Daten aus einer an der TU Graz im Jahr 2016 durchgeführten Expertenbefragung^{1331, 1332} herangezogen, welche mit den Ergebnissen des Forschungsprojektes leanWOOD der TU München (Vgl. Kap. 4.3.2) sowie den Studienergebnissen zu digitalen Planungs- und Fertigungsmethoden des Fraunhofer Institutes (Vgl. Kap. 2.2.5) verglichen wurden, um daraus die Potenziale abzuleiten.

Im Folgenden wird das vorhandene Potenzial anhand der Expertenbefragung und den daraus abgeleiteten Ergebnissen dargestellt. Dabei zeigt sich, dass gemäß der nachfolgenden Grafik (Bild 6.7) die frühzeitige Einbeziehung unterschiedlicher Planungsbeteiligter und auch Ausführender eine positive Auswirkung auf die genannten Bereiche hätte. Demnach würde in Summe betrachtet die Planungs- und Ausführungsqualität steigen (76 bzw. 71 %) und ein nahezu reibungsloser Planungsprozess (66 %) ermöglicht werden. Dies wirke sich auch positiv auf die Baukosten (65 %) aus. Vor allem die zeitgerechte Integration eines Holzbauplaners, sowie eines Holzbau-Ingenieurs hätte neben der frühzeitigen Einbindung der Ausführenden des Holzbaus einen positiven Einfluss.

Frage 2.9 – Expertenbefragung TUG

Auf welche Aspekte würde sich eine frühzeitige Einbeziehung folgender Planungsbeteiligten im Holzbau positiv auswirken? (n=26)

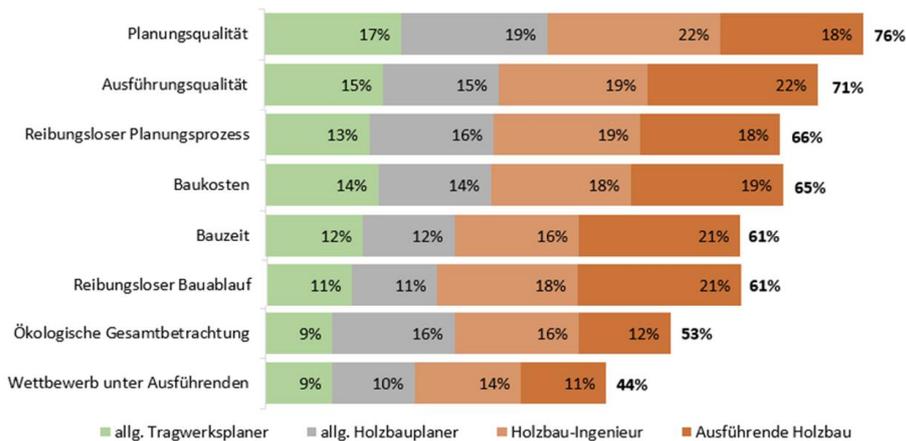


Bild 6.7 Auswirkungen durch frühzeitige Einbeziehung von Beteiligten (Frage 2.9 – Expertenbefragung TU Graz)¹³³³

Wesentlich ist die Aussage der Experten zu einzelnen Aspekten (Vgl. Bild 6.8), welche als die größten Potenziale in der Anwendung von BIM anzusehen sind. Dabei zeigt sich, dass vor allem das Thema der erhöhten

Frage 3.18 – Expertenbefragung TUG
Welche der folgenden Punkte schätzen Sie als die größten Potenziale in der Anwendung von BIM? (n=34)

¹³³¹ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 1 ff

¹³³² Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 1 ff

¹³³³ ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 60

Transparenz und Nachvollziehbarkeit neben einer exakteren Mengenermittlung und Kostenschätzung als Potenzial von BIM anzusehen ist. Ebenso kann die Steigerung der Planungsqualität, die Reduktion von Informationsverlusten sowie die Verbesserung der Kommunikation, wie auch eine schnellere und einfachere Kollisionsprüfung sowie die Minimierung von Risiken durch die Anwendung von BIM erzielt werden. Die Weiternutzung der Daten für das Facility Management wird einerseits als Potenzial verstanden, dennoch von 13 % als nicht zutreffend bewertet. Ebenso ähnlich verhält es sich im Falle der Reduktion kostenintensiver später Änderungen sowie der Zeitersparnis in der Planung.

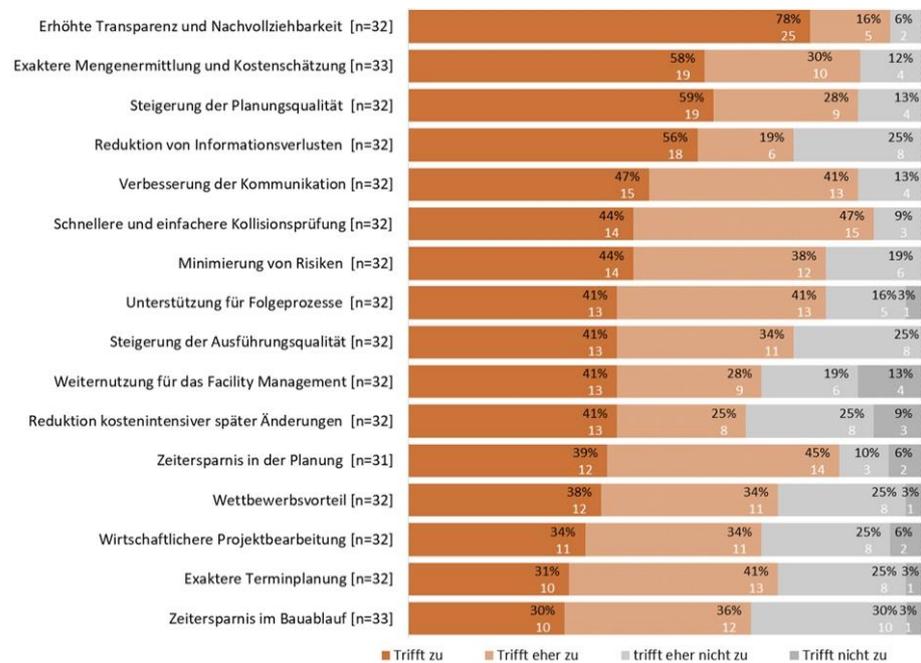


Bild 6.8 Potenzial durch Anwendung von BIM (Frage 3.18 – Expertenbefragung TU Graz) ¹³³⁴

Das Thema Planung im Holzbau kann somit unter Berücksichtigung der Aspekte der integralen Planung (Vgl. Kap. 4.3.4) und der Implementierung des Building Information Modelings im gesamten Planungs- und Umsetzungsprozess die derzeit oftmals wenig zufriedenstellende Situation wesentlich verbessern. Dennoch ist das Potenzial erst nutzbar, wenn durch eine frühzeitige Einbeziehung fachkundiger erfahrener Planer und Ausführer eine umfassende holzbauadäquate Detailplanung mit hohem Detaillierungsgrad zu einem frühen Zeitpunkt erfolgt. Hierzu sind die Methoden des BIM speziell auf den Holzbau anzuwenden, um durch eine Reduktion von Informationsverlusten Verzögerungen im Planungsprozess zu vermeiden, und damit einen reibungslosen Planungs- und Bauprozess zu ermöglichen, bei welchem AG und AN zu jeder Zeit einen Überblick

¹³³⁴ ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 127

über die Kosten- und Termsituation sowie weiterer risikobehafteter Einflussgrößen haben.

6.3.3 Potenzial im Baubetrieb auf der Baustelle

Aufbauend auf den in Abschnitt 5.6.3 dargestellten Ergebnissen zum Themenkomplex Baubetrieb im Holzbau lassen sich weitere Felder kategorisieren, welche die Randbedingungen des Holzbaus derzeit maßgeblich mitgestalten. Dabei wird aus den Erkenntnissen der übergeordneten Umfrage *Planen und Bauen mit Holz* erkennbar, dass die Notwendigkeit der Anpassung bzw. die Optimierung selbiger an die speziellen Bedürfnisse des Holzbaus unterschiedliche Ergebnisse hervorbringen.

Sehr großer Bedarf wird seitens der Experten (Bild 6.9) einerseits vor allem in den vorwiegend technischen und werkstoffbezogenen Bereichen gesehen, was sich durch die Standardisierung der Verbindungstechnik (46,9 %), die Entwicklung einfacher Montagehilfen bzw. -mittel für den Toleranzausgleich zu anderen Baustoffen (32,6 %) und die Verbesserung der Klebe- und Abdichtungsmaterialien auf Hitze- und Kälteempfindlichkeit hin (39,1 %) zeigt. Andererseits werden im baubetrieblichen Themenkomplex Bereiche ausgemacht, in welchen der Bedarf für eine Optimierung bzw. Anpassung seitens der Befragten als sehr groß erkannt wird. Diese sind bspw. die Weiterentwicklung der Arbeitsvorbereitung in Richtung holzbauspezifischer Fertigungsplanung unter Berücksichtigung von Aspekten des Lean Construction Managements (48,4 %), die Entwicklung bzw. Produktion gänzlich vorgefertigter Außenbauteile zur Vermeidung von Gerüsten (48,5 %), die Standardisierung baubetrieblicher Abläufe durch umfangreiche Arbeitsvorbereitung (47,9 %) sowie die Verringerung der Material- und Produktvielfalt in der Verbindungstechnik (30,9 %) und die Gesamtoptimierung des Materialflusses auf der Baustelle (28,7 %). Weniger Bedarf wird hingegen in einer Verbesserung der Hebebühnentechnik (34,1 %), in einer Optimierung der LKW-Transporte (28,6 %) und in einer Gewichtsreduktion bei Montagegeräten und Handwerkzeugen (28,4 %) festgestellt.

Frage 4.1.1

In welchen Bereichen sehen Sie die Notwendigkeit einer Anpassung bzw. Optimierung der derzeit vorherrschenden baubetrieblichen Randbedingungen speziell an die Bedürfnisse des Holzbaus.

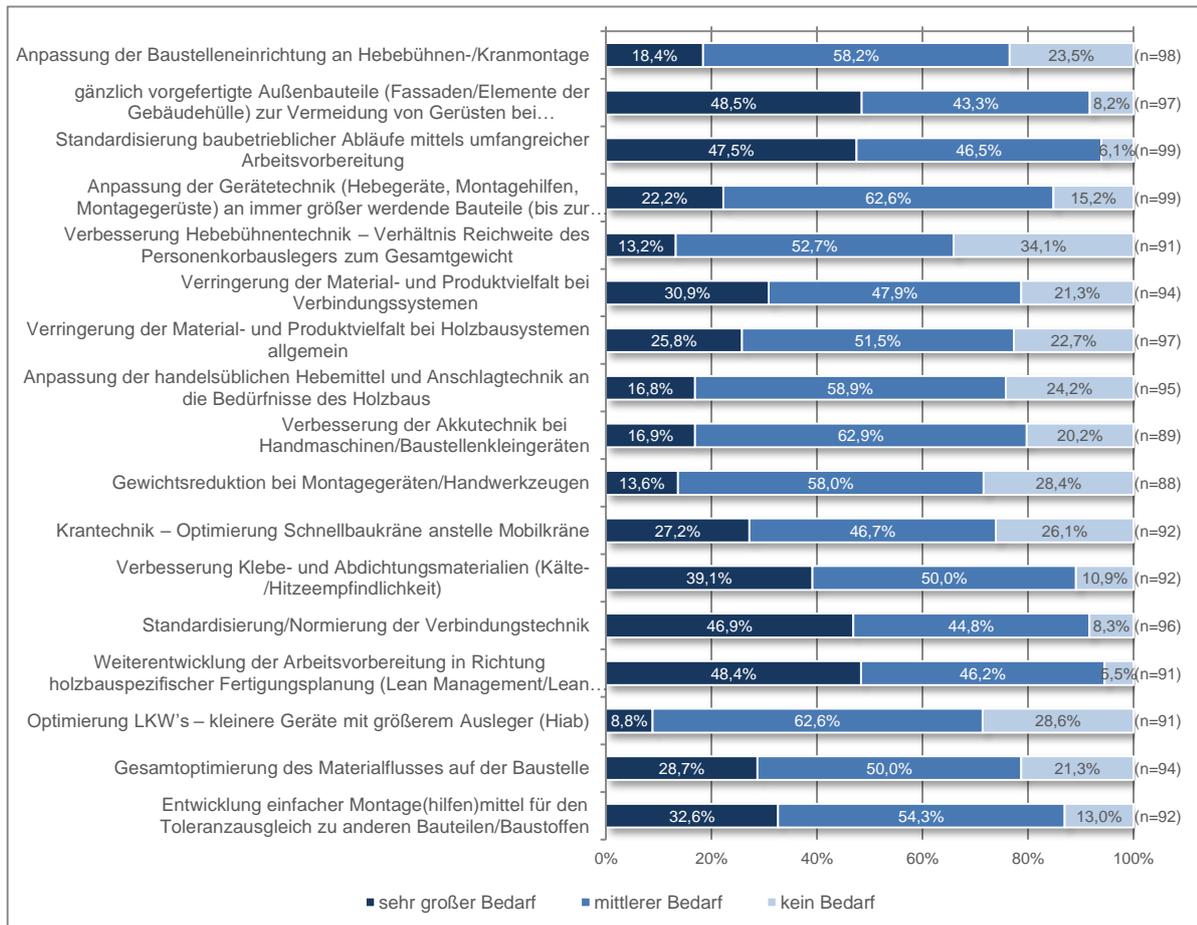


Bild 6.9 Bedarf für Anpassung / Optimierung baubetrieblicher Randbedingungen an den Holzbau (Frage 4.1.1)

Frage 4.4.1

Wie sehen Sie die Entwicklung der genannten Kategorien innerhalb des Themas Montage im Holzbau vor 10 Jahren und heute?

Die Angaben der Experten die Entwicklung einzelner baubetrieblicher Kategorien betreffend ergibt gemäß nachfolgendem Bild 6.10 eine positive Tendenz der letzten 10 Jahre. Dabei zeigt sich deutlich, dass sich auf der Baustelle die Montagetechnik, die Materialtechnik, die Verbindungstechnik und die Sicherheitstechnik verbessert haben und dieser Trend insgesamt als gut eingestuft wird. Das Montagepersonal wurde vor 10 Jahren bereits von 35,5 % als gut eingestuft, wohingegen heute mehr als 40 % eine derartige Einstufung wählen. Vor allem die Montagetechnik, aber auch die Verbindungstechnik, die Materialtechnik und die Sicherheitstechnik konnten die schlechte Einstufung gegenüber von vor 10 Jahren gänzlich bzw. fast gänzlich abbauen.

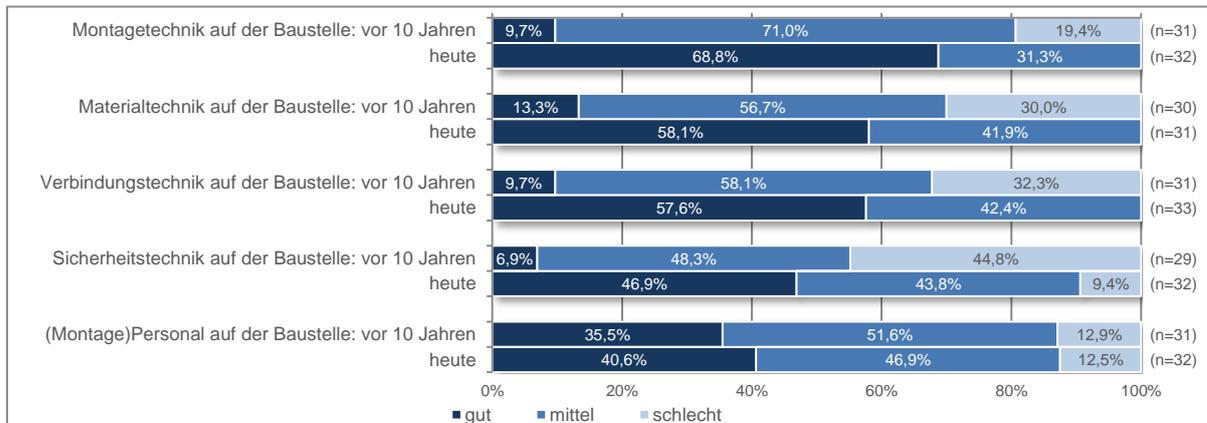


Bild 6.10 Entwicklung Montage im Holzbau (Frage 4.4.1)

Unter Bezugnahme auf die Rückmeldungen der Experten einerseits zur Entwicklung und andererseits zu den baubetrieblichen Feldern, in welchen Anpassungsbedarf besteht, ist im Vergleich zu den in Kap.4.5 dargestellten Studienergebnissen erkennbar, dass vor allem im Themengebiet der Arbeitsvorbereitung holzbauspezifische Fertigungssysteme und Vorplanungsinstrumente entwickelt werden müssen, um die künftigen Bauprozesse im Holzbau effizienter gestalten zu können. Eine prozessorientierte Arbeitsvorbereitung, wie sie für die Vorfertigungssysteme bereits besteht und eingesetzt wird, umfasst die derzeitigen Bauprozesse auf der Holzbau-Baustelle noch nicht und ist aufgrund der individuellen Gestaltung großteils nicht standardisiert. Demnach ist es den Studien folgend erforderlich, detaillierte und sich wiederholende Prozessabläufe für die Holzbau-Baustelle unter den Gesichtspunkten von Lean Construction im Vorfeld speziell für den Holzbau zu definieren und darauf aufbauend die Systeme der AV sowie die Qualifikation der Mitarbeiter anzupassen. Das Thema der Bauverfahrenstechnik weist vor allem im Bereich der Kombination der elementaren (Produktions-)Faktoren Personal, Material und Gerät erhebliches Potenzial auf, um in der Schnittmenge zwischen Ressourcenplanung und angewandter Bauverfahrenstechnik die dispositiven (Produktions-)Faktoren der Planung, Organisation und Steuerung so miteinander zu kombinieren, dass die Nutzung des Potenzials eine Effizienzsteigerung bewirkt.

6.3.4 Potenzial Industrielles Bauen

In Ergänzung zu den in Abschnitt 6.3.1 erläuterten Ergebnissen ist das Entwicklungspotenzial des Industriellen Holzbaus einerseits im Neubau und im Speziellen im mehrgeschossigen Wohnbau, sowie auch im Büro-, Gewerbe- und Industriebau auszumachen. Gemäß Bild 6.11 wird erkennbar, dass der mehrgeschossige Wohnbau (83,5 %), der Bürobau (48,1 %) sowie der Gewerbe- und Industriebau (43,0 %) als jene drei Bereiche mit

Frage 5.3.2

Geben Sie jeweils die zwei Bereiche mit dem stärksten Entwicklungspotenzial im Industriellen Bauen mit Holz an.

der stärksten Entwicklung in der Anwendung des Industriellen Holzbaus genannt werden. Daneben sind auch öffentliche Bauten im Bildungssektor (41,8 %) führend in der Kategorie Neubau.

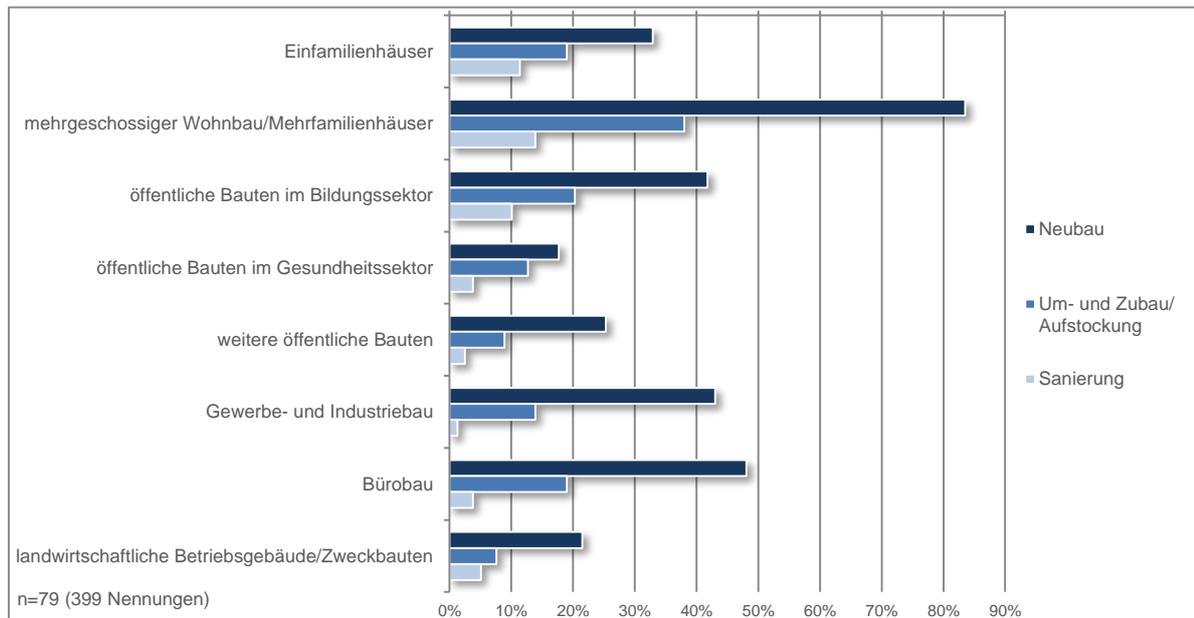


Bild 6.11 Entwicklungspotenzial des Industriellen Holzbaus (Frage 5.3.2)

Frage 5.3.3

Sehen Sie den Industriellen Holzbau in Form der 2D-Elementbauweise bisher bzw. künftig als Substitution (Ersatz) zu herkömmlichen Bauweisen?

Wesentlich in diesem Zusammenhang ist die Angabe der Experten zur Entwicklung der 2D-Elementbauweise in Rahmen des Industriellen Holzbaus und inwieweit diese als Substitution herkömmlicher Bauweisen verstanden werden kann bzw. sich entwickelt. Die dabei erkennbare Tendenz verdeutlicht in Bild 6.12, dass die 2D-Elementbauweise derzeit in über 15 % und künftig in über 30 % der Fälle und mehr als alternative Bauweise auftreten wird. Dies zeigt sich einerseits bei den mineralischen Bauweisen wie Beton (33,5 % bzw. 37,5 %) sowie Ziegel (51,5 %) und andererseits vor allem bei der Sandwichbauweise (73,5 %). Ebenso wird der Industrielle Holzbau den konventionellen Holzbau weiter zurückdrängen (75,8 %), was zu einer weiteren Verlagerung der Bauwerkserstellung von der Baustelle in ein stationäres Werk führt. Zusätzlich werden 2D-Systembauweisen, wie bspw. Holz-Beton-Verbunddecken, herkömmliche Bauweisen substituieren (66,7 %).

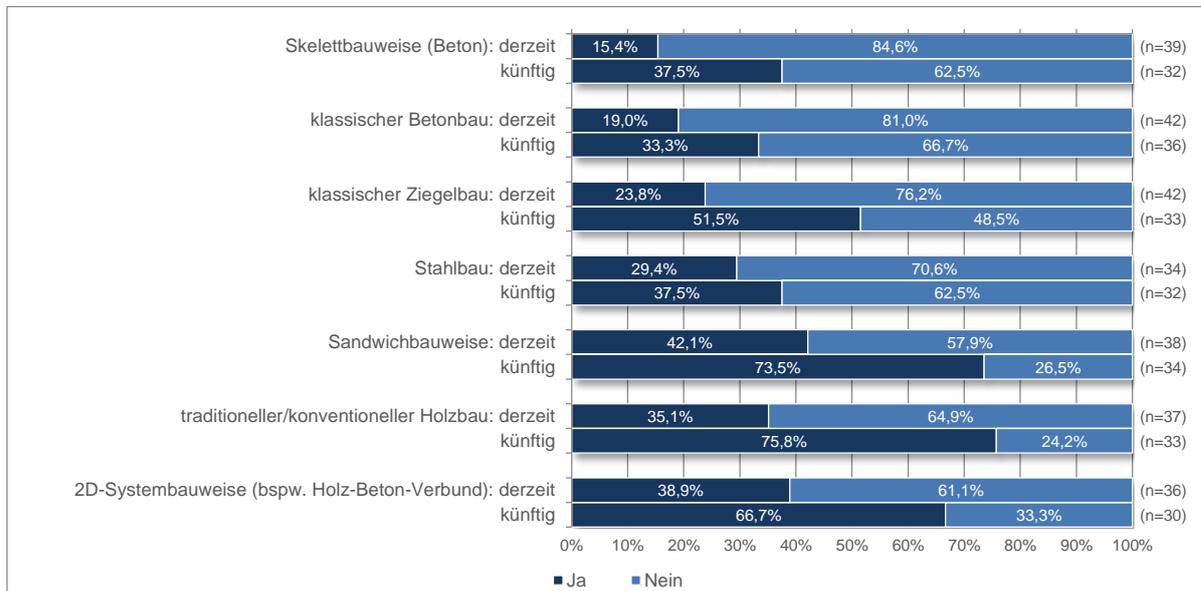


Bild 6.12 2D-Elementbauweise als Substitution herkömmlicher Bauweisen (Frage 5.3.3)

In Ergänzung dazu ist eine ähnliche Tendenz in der 3D-Modulbauweise erkennbar, welche eine gleichartige Verteilung über alle Bereiche mit geringfügig anderen Prozentsätzen ergibt. Dennoch wird durch die Einschätzung der Holzbau-Experten auch deutlich, dass die 3D-Modulbauweise im Rahmen des Industriellen Holzbaus über alle Bereiche hinweg von derzeit zwischen 15 und 40 % bis künftig zwischen 40 und fast 75 % als Substitution herkömmlicher mineralischer, aber auch Holzbauweisen angesehen wird.

Das dadurch erkennbare Potenzial im Zuge der Entwicklung hin zum Industriellen Holzbau wird auch durch die Aussagen der Experten untermauert, inwieweit sie bzw. ihre Unternehmen in den kommenden 5 Jahren ihre Tätigkeiten in Abhängigkeit der Bauweise ausbauen wollen. Dabei wollen 85,5 % der Befragten in der Kategorie konventioneller Holzbau ihre Tätigkeiten im Bereich der vorab im Werk abgebundenen Rohbauelemente erweitern und den Baustellenabbund deutlich reduzieren. Unter Bezugnahme auf die 2D-Elementbauweise wollen die Experten über alle unterschiedlichen Stufen der Vorfertigung hinweg im Holzrahmenbau den Industriellen Holzbau wesentlich erweitern bzw. in einzelnen Kategorien ihre Tätigkeiten beginnen. Im Vergleich dazu wollen im Holzmassivbau die Befragten nach ähnlicher prozentueller Verteilung ihre Aktivitäten erweitern, und ein weitaus größerer Prozentsatz als im Holzrahmenbau den Industriellen Holzbau forcieren. Es zeigt sich, dass wesentlich mehr Befragte ihre Aktivitäten im Holzmassivbau ausbauen und den Holzrahmenbau gleich belassen oder ev. reduzieren wollen.

Demgegenüber steht die 3D-Modulbauweise, in welcher 10 bis 20 % der Experten über alle Vorfertigungsstufen hinweg – sowohl im Holzrahmen-

Frage 5.3.4

Sehen Sie den Industriellen Holzbau in Form der 3D-Modulbauweise bisher bzw. künftig als Substitution (Ersatz) zu herkömmlichen Bauweisen?

→ Grafik im Anhang

Frage 5.3.6 & 5.3.7

Wollen Sie Ihre Tätigkeiten in den nachfolgenden Bereichen des konventionellen Holzbaus / der 2D-Elementbauweise in den nächsten 5 Jahren beginnen, erweitern, gleich belassen bzw. reduzieren?

→ Grafiken im Anhang

Frage 5.3.8 & 5.3.9

Wollen Sie Ihre Tätigkeiten in den nachfolgenden Bereichen der 3D-Modulbauweise / des Ingenieurholzbaus in den nächsten 5 Jahren beginnen, erweitern, gleich belassen bzw. reduzieren?

→ Grafiken im Anhang

bau als auch im Holzmassivbau – ihre Tätigkeiten beginnen bzw. erweitern wollen. Auch der Ingenieurholzbau zeigt eine tendenziell ähnliche Verteilung, wobei zwischen 5 und 15 % der Befragten ihre Tätigkeiten unabhängig der Vorfertigungsstufe in diesem Bereich beginnen und zwischen 35 und 60 % erweitern wollen.

Frage 5.3.10

Bewerten Sie die künftige Entwicklung der nachfolgenden Bauweisen des Industriellen Holzbaus (unabhängig vom Vorfertigungsgrad)?

Das dabei erkennbare erhebliche Potenzial des Industriellen Holzbaus stellt sich in der nachfolgenden Abbildung (Bild 6.13) dar, wobei sowohl in der Holzleichtbauweise (Holzrahmenbau), als auch in der Holzmassivbauweise der Bereich der Wand- und Deckenelemente gleichermaßen eine positive Entwicklung (65 bis 80 %) beschreitet. Eine ähnliche Tendenz zeigt sich in der Holzmischbauweise sowie in Mischbauweisen mit anderen Baustoffen. Auch die Kategorie der Holz-Beton-Verbunddecken weist eine positive Entwicklung auf.

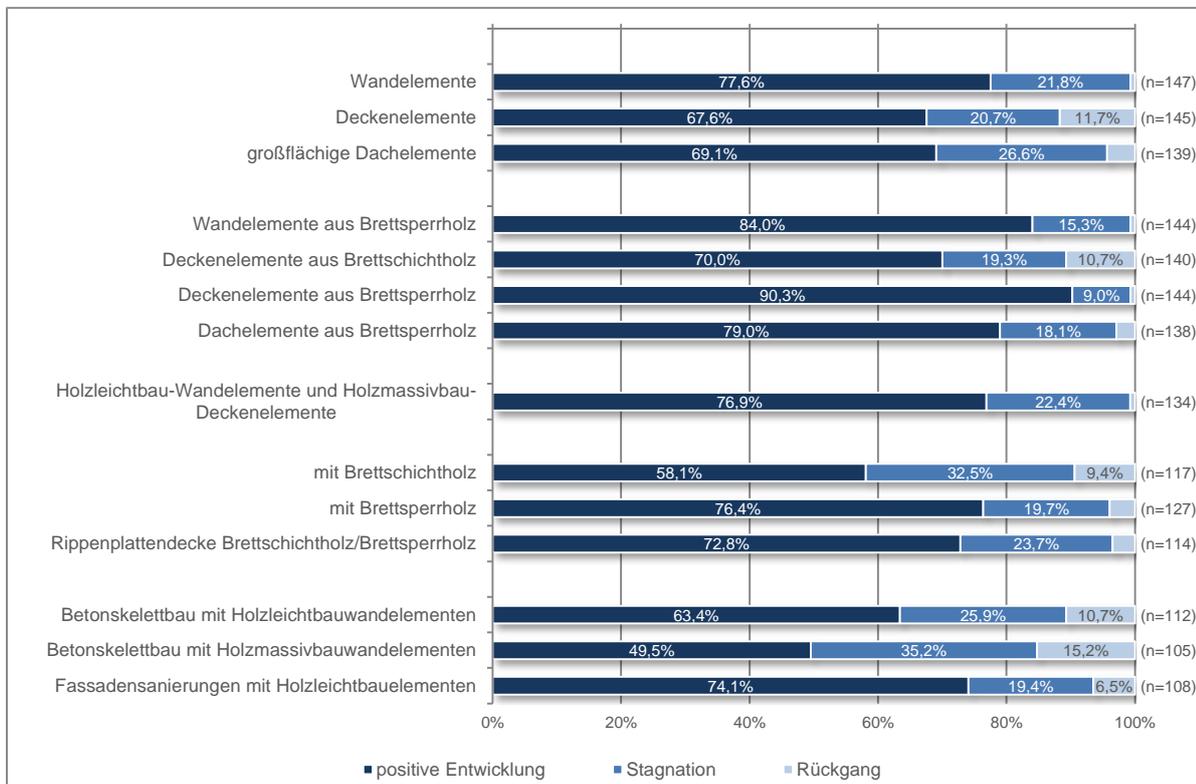


Bild 6.13 Entwicklung des Industriellen Holzbaus in Abhängigkeit der Bauweise (Frage 5.3.10)

Frage 5.3.11

Wie wird sich Ihrer Meinung die industrielle Vorfertigung im Holzbau in den nächsten Jahren entwickeln? Geben Sie für die genannten Vorfertigungsstufen eine Einschätzung (unabhängig von der Holzbauweise) ab.

Dieses bestehende Potenzial wird seitens der Experten zusätzlich, auch unabhängig der Bauweise in Bezug auf die Vorfertigung bzw. die dabei auftretenden und möglichen Vorfertigungsstufen bewertet. Das nachfolgende Bild 6.14 zeigt deutlich, dass generell gesehen eine sehr positive Entwicklung zu erwarten ist und in Abhängigkeit einer zunehmenden Vorfertigungsstufe auch die Einschätzung tendenziell positiver wird. Demzufolge werden vor allem nicht abgebundene Bauteile und nicht vorkonfektionierte Rohbauteile in den nächsten Jahren einen Rückgang erleben.

55,2 % der Befragten sehen in diesem Bereich eine negative Entwicklung. Das Bild 6.14 verdeutlicht die Tendenz, bereits in der Vorfertigung zahlreiche Gewerke zu integrieren und künftig komplettierte 2D-Elemente bzw. auch 3D-Module schlüsselfertig verstärkt industriell herzustellen.

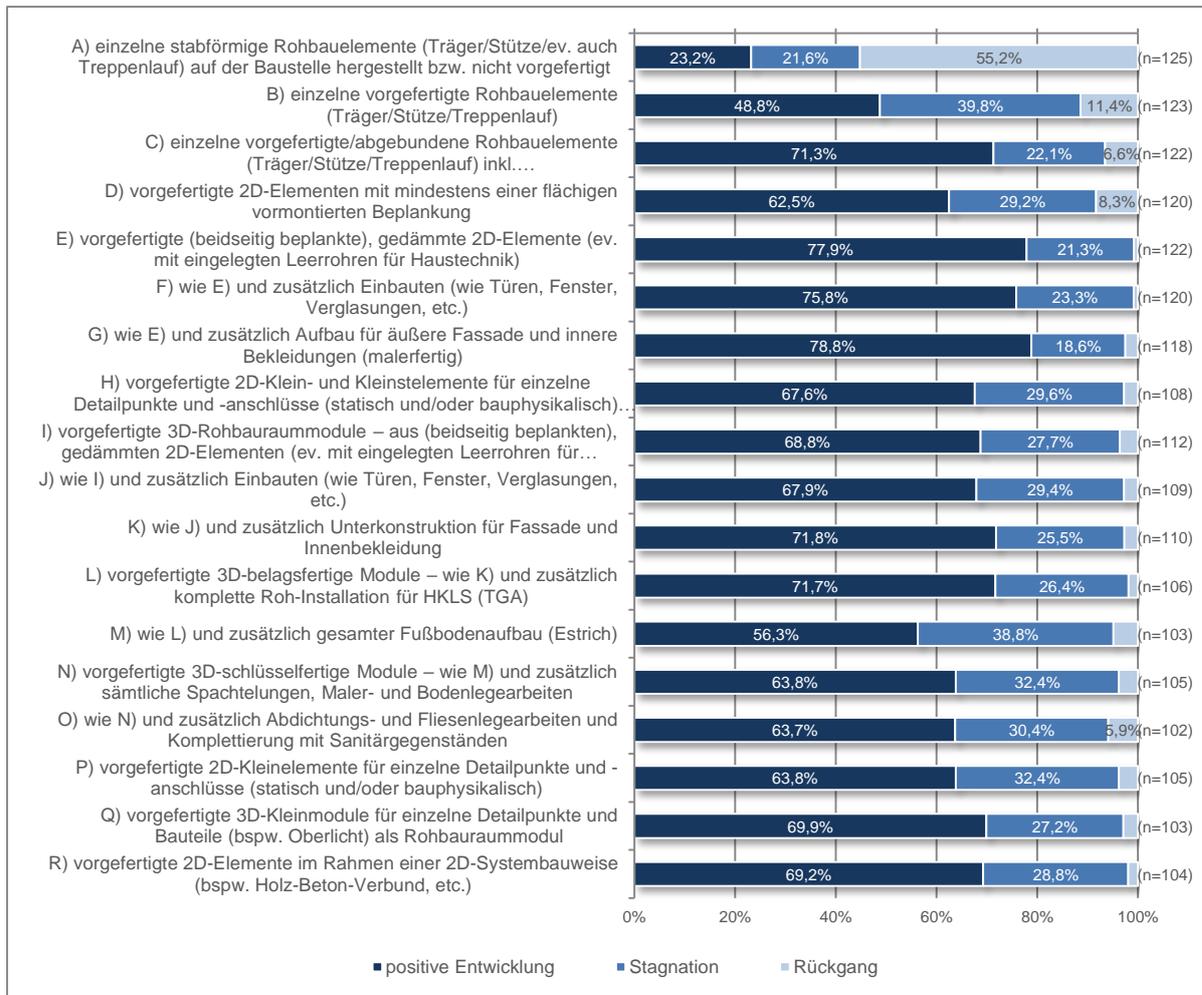


Bild 6.14 Entwicklung unterschiedlicher Vorfertigungsstufen im Industriellen Holzbau (Frage 5.3.11)

Dabei wird im Zuge der Einschätzung des Potenzials durch die Experten auf bestehende Systeme zurückgegriffen. Für die Nutzung des Potenzials ist aber auch die Weiterentwicklung einzelner Bereiche oder die Hervorbringung neuartiger technischer Umsetzungen unabdingbar. Dies zeigt sich vor allem im Übergang von manuellen Tätigkeiten hin zu maschinellen Prozessen und die darauf aufbauende Implementierung industrieller Abläufe. Daher hat der Industrielle Holzbau gemäß nachfolgendem Bild 6.15 in einzelnen Bereichen großes Potenzial in der Weiterentwicklung. Die Experten sehen vor allem für die Erstellung von Systemlösungen (58,7 %) und seriellen Detaillösungen (54,3 %) großes Potenzial in der Entwicklung des Industriellen Holzbaus. Hierzu stellen zusammenfassende Darstellungen von Kennzahlen und Hilfsmitteln in den Bereichen

Frage 5.3.12

Wie bewerten Sie das Potenzial nachfolgend aufgelisteter Punkte für die Entwicklung neuer Bausysteme innerhalb der industriellen Vorfertigung im Holzbau?

Statik und Konstruktion (48,8 %), Bauphysik (60,0 %) und Brandschutz (52,3 %) sowie ganzer Planungskonzepte (61,4 %) bzw. Planungswerkzeuge (50,0 %) ein großes Potenzial zur Unterstützung dieser dar. Ebenso sind Kennzahlen und Hilfsmittel für die Ausschreibung (46,5 %), zu Kalkulationsansätzen (50,0 %) sowie zu Vorfertigungs- und Herstellungsprozessen (55,6 %) in der Lage, das Potenzial nutzbar zu machen.

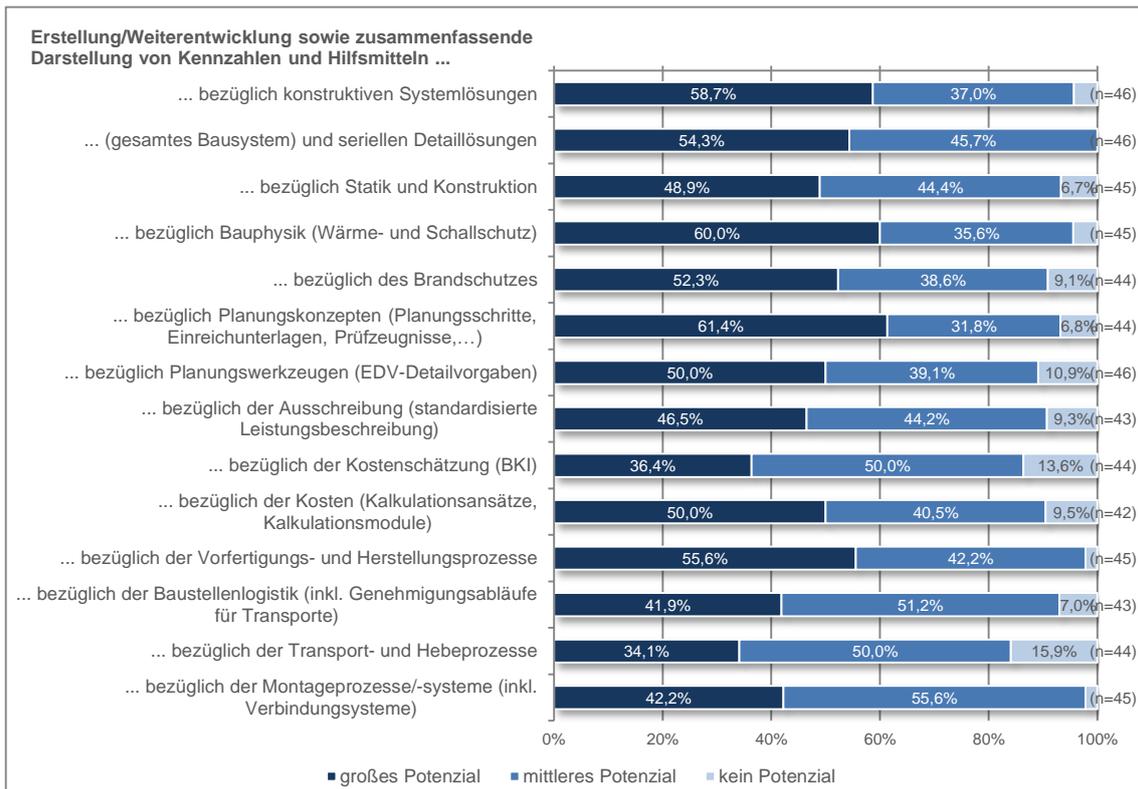


Bild 6.15 Potenzial von Werkzeugen und Hilfsmitteln im Industriellen Holzbau (Frage 5.3.12)

Der Industrielle Holzbau kann unter Einbeziehung der Grundsätze aus dem Industriellen Bauen (Vgl. Kap.3.1) und durch die Zuhilfenahme zu entwickelnder Werkzeuge die vorhandenen Potenziale nutzbar machen und die Prozesse des Holzbaus neben jenen der Fertigungssysteme optimieren. Die bestehenden Potenziale stellen, unabhängig von den Bausystemen, eine Möglichkeit dar, einerseits die Marktanteile auszubauen und andererseits als Substitutionsprodukt für herkömmliche Baustoffe und Bauweisen zu fungieren. Allerdings kann dies lediglich dann gelingen, wenn die Prinzipien der Rationalisierung und Automatisierung auch auf die Planungs- und Konzeptionsprozesse und die Bauabläufe angewandt werden. Ohne die Integration einer prozessorientierten Ablauforganisation und industriell ausgerichteter Ordnungssysteme in der Organisation besteht zwar weiterhin das Potenzial, welches jedoch nicht in voller Höhe genutzt werden kann. Die Erfolgsfaktoren des Industriellen Bauens (Vgl. Kap. 3.2) sind dennoch vor allem für den Holzbau aufgrund der be-

reits etablierten Vorfertigungssysteme leichter nutzbar, als dies bei herkömmlichen Baustoffen der Fall ist. Die Themen Vorfertigung, Standardisierung und schlussendlich auch Industrialisierung werden im Holzbau positiver bewertet, als bspw. im mineralischen Massivbau. Der Prozessfaktor Industrieller Holzbau bildet damit den Kern und gleichzeitig Ausgangspunkt für die weitere Implementierung der Einflussgrößen der dispositiven Faktoren innerhalb des Bauprozessmodells. Lediglich die technische Umsetzbarkeit einzelner Prozesse bzw. die Realisierbarkeit der Industrialisierung im Holzbau in seiner Gesamtheit lässt auch die Prozessorganisation und das Unternehmensumfeld in ein steuerbares Geschäftsmodell einfließen und erlaubt die Nutzung der Potenziale in vollem Umfang.

6.3.5 Potenzial Ausschreibung, Kosten und Kalkulation

Neben technischen Fragestellungen, baubetrieblichen Einflussgrößen sowie den Rahmenbedingungen des Marktes haben die bauwirtschaftlichen Prozessfaktoren Ausschreibung, Kosten und Kalkulation innerhalb des Bauwesens einen bedeutsamen Stellenwert. Diese auch für den Industriellen Holzbau maßgeblichen Kriterien stellen aufgrund der Vorfertigung und dem damit zusammenhängenden frühzeitig hohen Detaillierungsgrad eine Herausforderung für alle Beteiligten dar. Einerseits ist es notwendig, dass der Bauherr zeitgerecht Teilbereiche unwiderruflich festlegt und diese gemeinsam mit dem Planer vollständig betrachtet. Andererseits muss dieser die zu erwartenden Kosten detailliert in einer frühen Phase dem Bauherrn im Rahmen der Kostenplanung (gemäß ÖNORM B 1801-1) mitteilen. Um dies zu erleichtern, ist es notwendig, dem ausführenden Unternehmen bereits in der Ausschreibung die zu erbringenden Leistungen umfänglich und hinreichend genau zu beschreiben.

Das in der Ausschreibung bestehende Potenzial wird seitens der Experten gemäß Bild 6.16 mit einzelnen Aspekten, welche künftig in Ausschreibungen von Holzbauten als wesentlich anzusehen sind, eingeschätzt. Dabei stellen die Befragten fest, dass möglichst umfangreiche, alle Bereiche des Holzbaus abdeckende Standardleistungsbeschreibungen sowie holzbau-spezifische Vorbemerkungen (jeweils 60 %) als probates Mittel hierfür anzusehen sind. Vor allem das Thema der Schulungsmaßnahmen für die Ausschreibung von Holzbauten (64,2 %) ist den Experten zufolge neben eigenen Ausschreibungspositionen für Schlüsselfertigbauten aus Holz (36,4 %) und der Vorgabe des Vorfertigungsgrades in der Ausschreibung als bedeutend innerhalb der Ausschreibung anzusehen. Demgegenüber sind 51,6 % nicht der Ansicht, dass die Vorgabe einer Standardleistungsbeschreibung auch bei privaten Ausschreibungen sowie der Aufbau eigener auf den Holzbau spezialisierter Ausschreibungsbüros (35,2 %) künftig als wesentlich in der Ausschreibung von Holzbauten anzusehen sind.

Frage 6.1.4

Sind die nachfolgenden Aspekte Ihrer Ansicht nach in der Ausschreibung von Holzbauten künftig als wesentlich anzusehen?

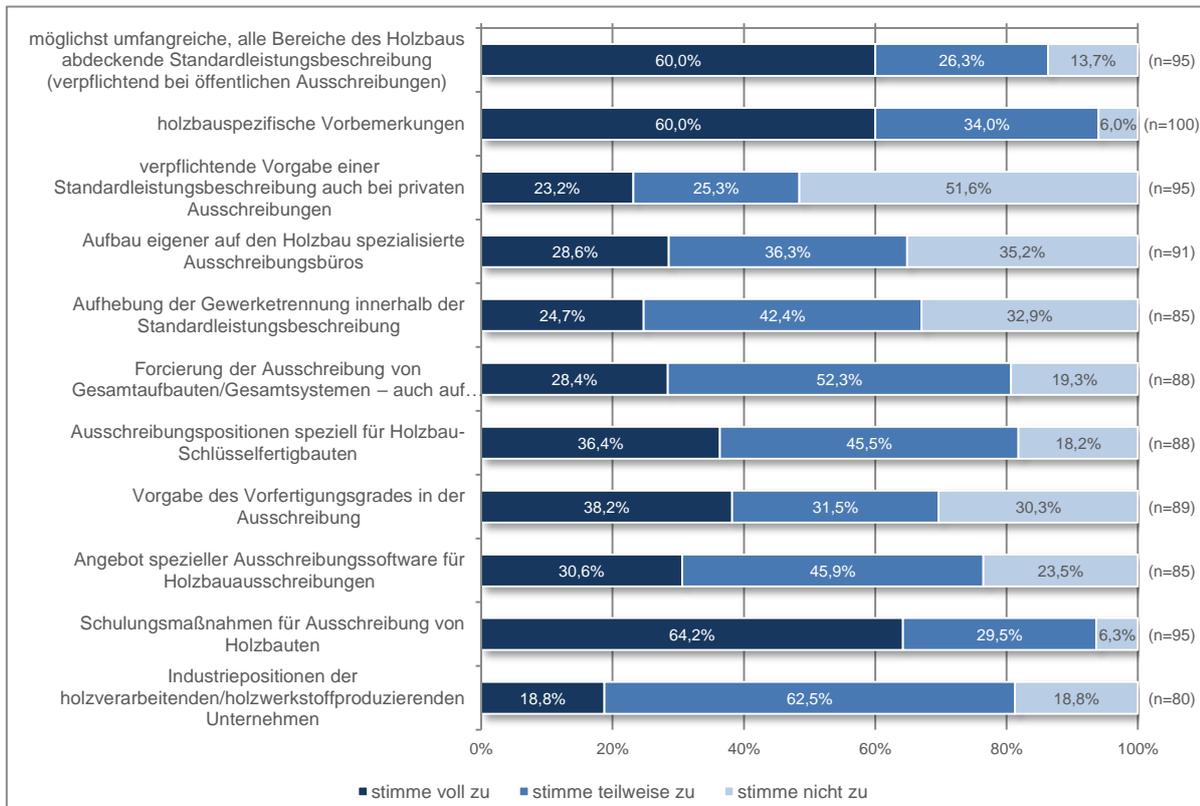


Bild 6.16 Eignung von Aspekten bei Ausschreibungen von Holzbauten (Frage 6.1.4)

Frage 6.2.5

Welche der nachfolgenden Maßnahmen und Hilfsmittel würden für Sie speziell im Bereich der Kostenschätzung von Holzbauten vor der Ausschreibung eine wesentliche Unterstützung in der täglichen Anwendung bieten?

Damit der Planer, Auftraggeber oder Investor einerseits die Sicherheit in der Kostenschätzung hat bzw. die Bandbreite während dieser im Rahmen bleibt (Vgl. Kap. 2.2.4), ist es notwendig, geeignete Werkzeuge und Hilfsmittel in den ersten Phasen gemäß ÖNORM B1801-1 einzusetzen. Dabei sind die Befragten der Ansicht, dass vor allem Zusammenstellungen von Kostenvergleichen bzw. Kostenkennwerten ähnlicher Projekte, welche im Nachgang zu Projekten aufgrund der tatsächlich aufgetretenen Kosten erstellt wurden (66,7 %), eine wesentliche Unterstützung im Zuge von Ausschreibungen von Holzbauten bieten (Bild 6.17). Ebenso sind zusammenfassende Darstellungen von Kosten und Preisen im Überblick für Bauherren und Investoren zur Festlegung des Kostenrahmens (57,9 %) und umfangreiche Nachschlagewerke vergleichbar mit jenen des BKIs in DE (56,1 %) als Hilfsmittel in der Kostenplanung geeignet. Des Weiteren sind neutrale Kostenvergleiche, welche im Vorfeld der Projektumsetzung aufgrund von Kalkulationen von Varianten erstellt wurden (56,4 %), immobilienwirtschaftliche Betrachtungen entlang des Lebenszyklus (51,3 %) ebenso wie zusammenfassende Darstellungen von Kosten und Preisen auf Element- und Bauteilebene für Planer und Ausschreibende (50,0 %) sowie detaillierte Lebenszykluskostenbetrachtungen realisierter Objekte (50,0 %) als geeignete Hilfsmittel in der Ausschreibung von Holzbauten zu verstehen. Spezielle Schulungsmaßnahmen für die Prüfung von Angebo-

ten (42,1 %) werden gemeinsam mit der Adaption der Kostenstruktur speziell für den Holzbau (48,6 %) vergleichsweise als etwas weniger geeignete Maßnahme angesehen.

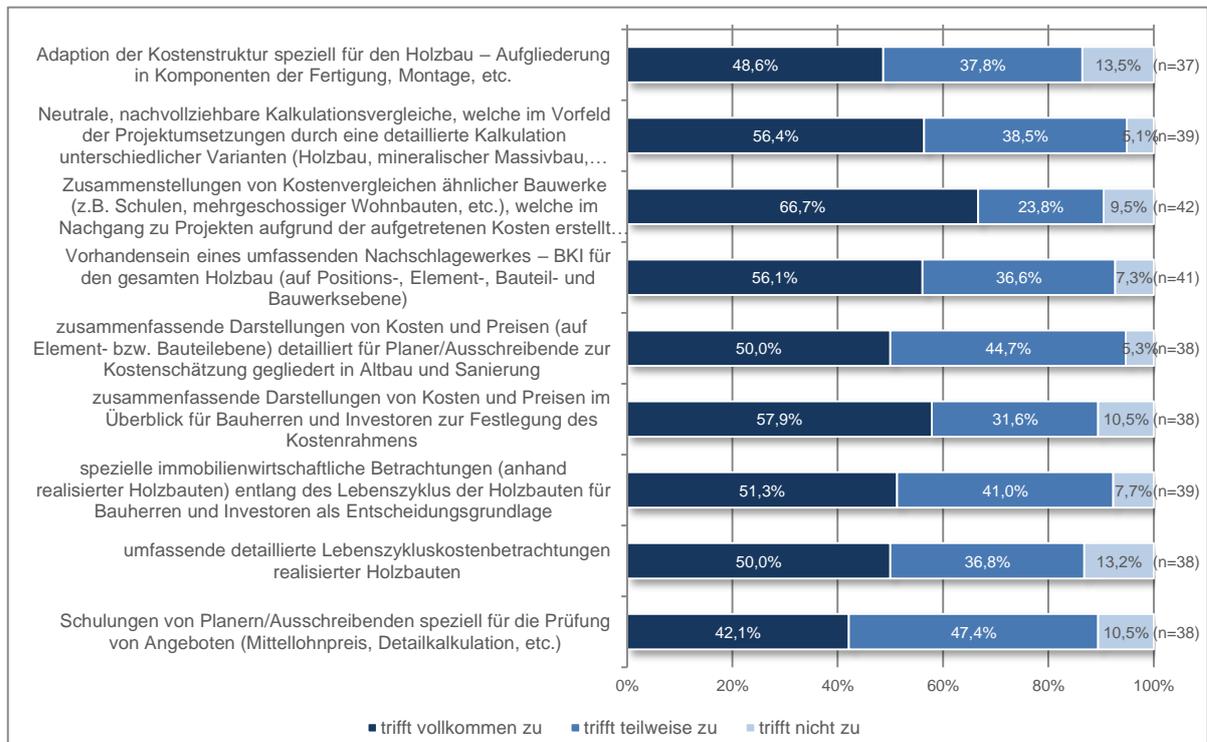


Bild 6.17 Eignung von Maßnahmen und Hilfsmitteln in der Kostenschätzung von Holzbauten (Frage 6.2.5)

Aufbauend auf eine Ausschreibung erfolgt die Kalkulation seitens der Unternehmen, wobei der Umfang und die Tiefe der Ausschreibung den erforderlichen Kalkulationsaufwand bestimmen. Allerdings sind wenig umfangreiche Ausschreibungen nicht automatisch weniger Aufwand, da der Kalkulant aufgrund einer Vielzahl von zu treffenden Annahmen und notwendigen Vorarbeiten einen wesentlich größeren Interpretationsspielraum vorfindet. Daher sind für Kalkulationen Maßnahmen und Hilfsmittel erforderlich, welche eine Unterstützung in der Durchführung bieten (Bild 6.18). Gemäß den befragten Experten werden in den Kalkulationsprogrammen vorgegebene, leicht adaptierbare Kalkulationsmodule ebenso geeignet (59,5 %), wie die Verfügbarkeit von Standardkalkulationen (56,8 %), das Vorhandensein von gesicherten Kalkulationsansätzen (59,5 %) und Unterlagen zur Detailkalkulation mit Beispielen (54,3 %) als geeignete Maßnahmen angesehen. Daneben werden Schulungen für Ausführende zum Thema Mittellohnpreis und Detailkalkulationen samt Unterlagen und Beispielen (jeweils 51,4 %), die Erfassung von Aufwandswerten durch REFA-Analysen (41,7 %) und umfangreiche Nachschlagewerke vergleichbar mit jenen des BKI (45,9 %) ebenso häufig als Unterstützung in der Durchführung von Kalkulationen angesehen.

Frage 6.3.3

Welche der nachfolgenden Maßnahmen und Hilfsmittel würden für Sie speziell im Bereich der Kalkulation von ausgeschriebenen Holzbauten eine wesentliche Unterstützung in der täglichen Anwendung bieten?

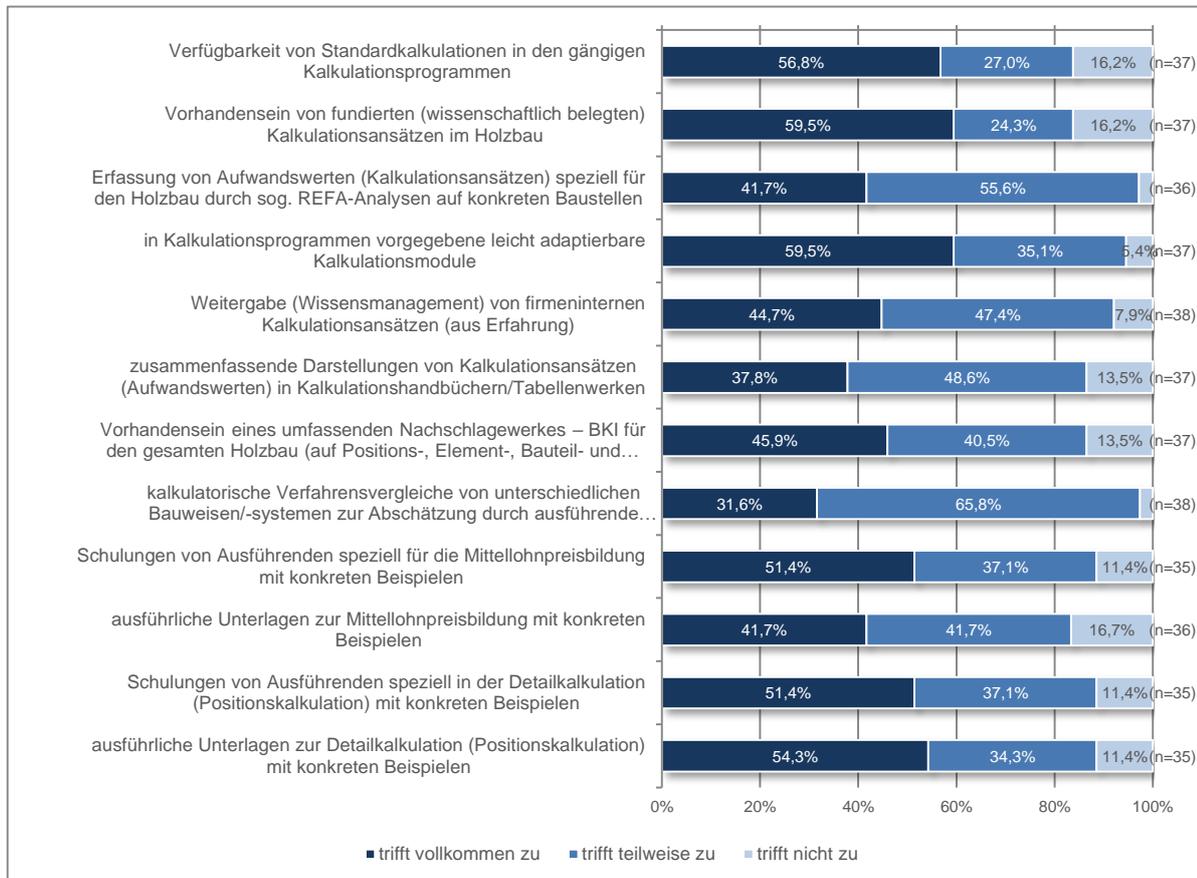


Bild 6.18 Eignung von Maßnahmen und Hilfsmitteln in der Kalkulation von Holzbauten (Frage 6.3.3)

Den Angaben der Experten zufolge kommt dem Thema Ausschreibung im Holzbau, vor allem durch die frühzeitigen Festlegungen, welche durch die Vorfertigung notwendig werden, eine zentrale Rolle zu. Hierzu bedarf es unterschiedlicher Maßnahmen und Hilfsmittel, um eine holzbauadäquate Ausschreibung hinreichend genau zu gestalten. Ergänzend dazu ist es allerdings erforderlich, dass Ausschreibungsunterlagen in Form von vorgefertigten Texten die Fülle des Holzbaus auch im Detail abbilden. In diesem Zusammenhang stellt die im Jahr 2017 neu herausgegebene standardisierte Leistungsbeschreibung für Holzbauarbeiten (LG 36) ein grundlegendes Werkzeug für eine holzbaugerechte Ausschreibung dar (Vgl. Kap. 4.4.1). In Anlehnung an diese bildet die darauf aufbauende neu entwickelte Standardkalkulation, welche eine programmtechnische Umsetzung vorkalkulierter Positionen dieser Standardleistungsbeschreibung darstellt, das notwendige Werkzeug, welches den Experten zufolge als eine wesentliche Unterstützung für eine rasche und zielgerichtete Kalkulation gesehen wird (Vgl. Kap. 4.4.2). Es zeigt sich, dass das Potenzial, welches durch ausführliche, exakte und alle Leistungen umfassende Ausschreibungen und darauf aufbauende Kalkulationen besteht, sowohl auf Bauherrenseite als auch auf Seite der Unternehmen zu einem geringeren

Aufwand in der Abwicklung führt. Ebenso reduzieren sich durch die frühzeitigen Festlegungen im Rahmen der Ausschreibung auch der Umfang späterer Änderungen bzw. die Gründe für Rechtsstreitigkeiten aufgrund unklarer Leistungsbeschreibungen (Vgl. Kap. 4.4.3). Dennoch sind gemäß den Experten zahlreiche Werkzeuge und Hilfsmittel für detaillierte Ausschreibungen und Kalkulationen notwendig, welche jedoch großteils noch zu entwickeln sind.

6.3.6 Potenzial Bauvertragswesen und Geschäftsmodelle

Im Zusammenhang mit den Einflussgrößen innerhalb eines Bauprozessmodells bilden die vertraglichen Regelungen und unternehmensspezifischen Geschäftsmodelle die Rahmenbedingungen und zu berücksichtigenden Umstände. Dabei ist es wesentlich, dass aufgrund möglicher Vertragskonstellationen die für das Unternehmen bzw. den Holzbau geeigneten Modelle ausgewählt bzw. adaptiert werden (Vgl. Kap. 4.2.4.).

Gemäß Bild 6.19 sind unterschiedliche Vertragsarten speziell für den Holzbau geeignet, wobei vor allem der klassische Einheitspreisvertrag, welcher aufbauend auf eine konstruktive Ausschreibung Anwendung findet, als gut geeignet eingestuft wird (71,2 %). Des Weiteren stellen der Detail Pauschalvertrag (41,4 %) und der Global Pauschalvertrag (31,6 %) sowie der Regievertrag (32,1 %) eine gute Möglichkeit der Vertragsgestaltung dar. Wesentlich scheinen in diesem Zusammenhang auch die Aussage der Experten zur teilweisen Eignung von Design & Build-Verträgen (26,5 %), NEC – New Engineering Contracts (30,0 %) sowie Partnering Modelle (26,1 %). Demgegenüber werden PPP-Verträge, Cost+Fee-Verträge sowie GMP-Verträge verstärkt als nicht geeignet eingestuft.

Frage 7.1.3

Welche der nachfolgend genannten Vertragsarten eignen sich Ihrer Ansicht nach speziell für den Holzbau?

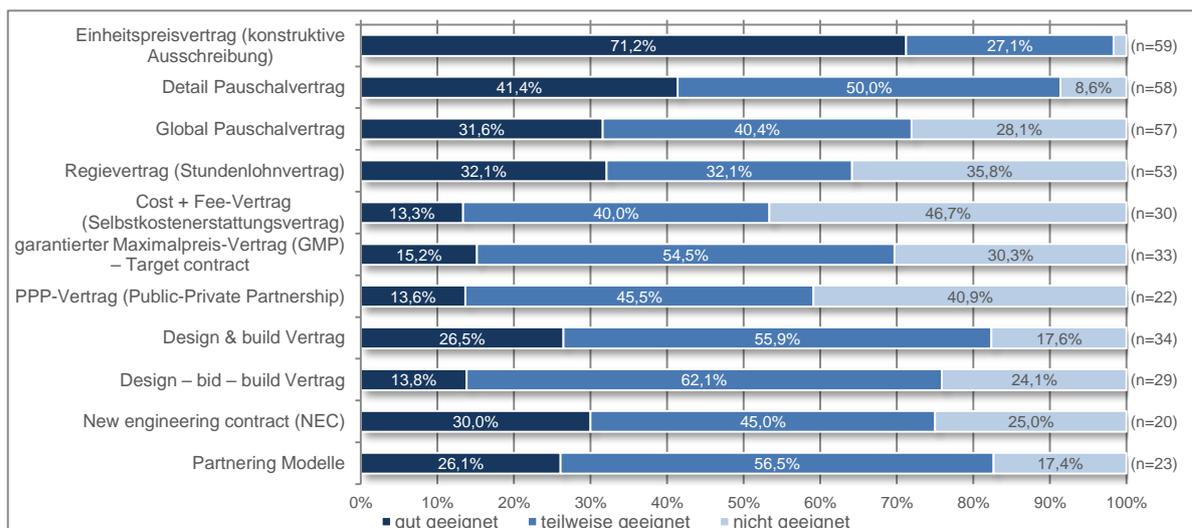


Bild 6.19 Eignung von Vertragsarten für den Holzbau (Frage 7.1.3)

Als wesentlich in diesem Zusammenhang wird seitens der Befragten die Einschätzung externer und interner Risikofelder angesehen (Bild 6.20), welche für die Holzbauunternehmen unterschiedliche Risikopotenziale darstellen.

Frage 7.1.6

Welche der nachfolgend genannten externen und internen Risikofelder weisen Ihrer Erfahrung nach speziell für Holzbauunternehmen das größte Risikopotenzial auf. Nennen Sie maximal 3.

Dabei zeigt sich, dass vor allem der Preiskampf und Wettbewerb (66,7 %) neben der Personalqualifikation (50,0 %) die größten Risikopotenziale formen. Daneben werden gesetzliche Vorschriften (30,6 %), die Wirtschaftslage und Konjunktur sowie bauwirtschaftliche und technische Aspekte (jeweils 22,2 %) als Bereiche identifiziert, in welchem weiteres Risikopotenzial besteht. Rohstoffpreise und Lieferanten, die Kapitalverfügbarkeit bzw. Kreditsituation sowie außergewöhnliche Ereignisse und Naturgewalten und auch die rechtlichen Rahmenbedingungen samt Normung werden hingegen seltener genannt.

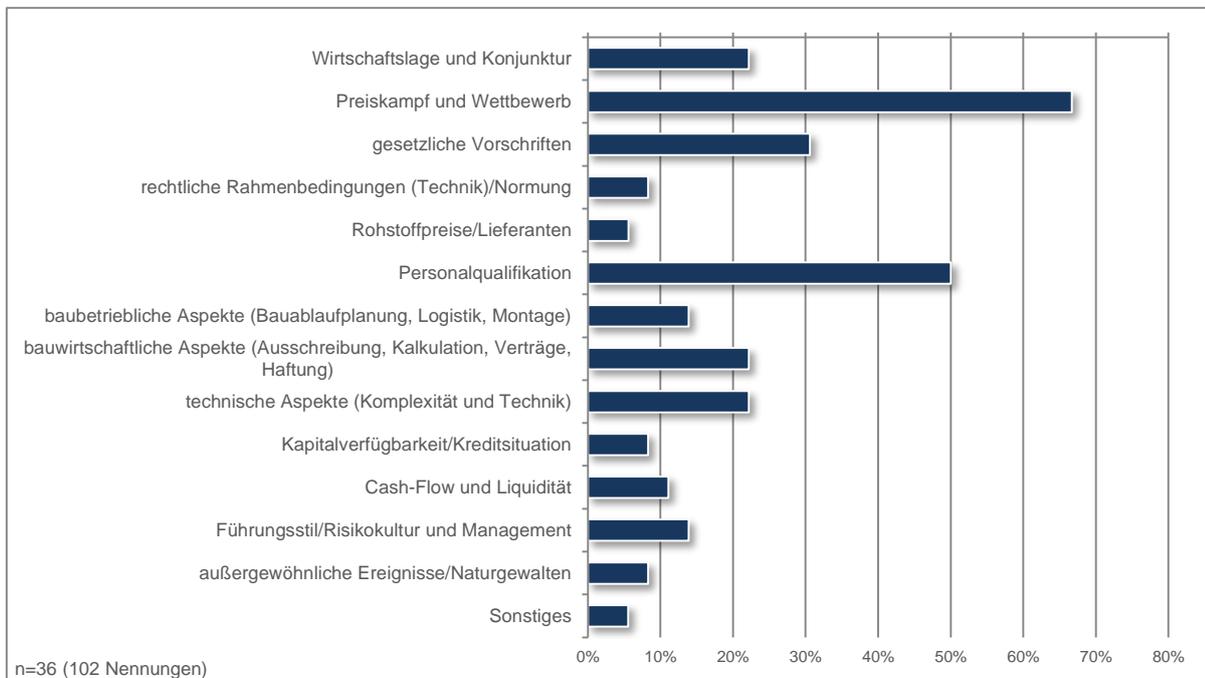


Bild 6.20 Verteilung des Risikopotenzials in externen und internen Risikofeldern (Frage 7.1.6)

Neben den vertraglichen Konstellationen, welche zwischen Ausführenden und Auftraggebern die Handlungsspielräume sowie die Zusammenarbeit regeln, kommt dem Themenkomplex der Unternehmenseinsatzformen bzw. Zusammenarbeit von Planern und ausführenden Unternehmen eine große Bedeutung zu. Durch die Unternehmenslandschaft der Holzbauunternehmen (Vgl. Kap. 4.2.2), sowie durch deren Struktur und Größe einerseits und der positiven Entwicklung des Marktes andererseits beschäftigen sich zunehmend mehr Unternehmen mit dem Holzbau, welche bisher keine Berührungspunkte damit hatten. Diese Tendenz zeigt sich vor allem

bei Konzernen und Großunternehmen, welche zur Markterweiterung kleinere Holzbauunternehmen (KMUs) kaufen und diese in ihr Unternehmen integrieren, um Gesamtbauleistungen anbieten zu können.

Die Experten bewerten dies insofern, als dass Übernahmen durch klassische Baumeisterunternehmen als positiv (30,7 %) bzw. neutral (47,7 %) angesehen werden (Bild 6.21). Im Falle der Übernahme von Holzbauunternehmen durch Konzerne wird dies vergleichsweise eher negativ beurteilt, jedoch immer noch mit 10,3 % positiv bzw. mit 43,7 % als neutral eingestuft. Die Übernahme durch branchenfremde Bereiche wird hingegen von den Experten als negativ verstanden (83,1 %).

Frage 7.2.2

Wie bewerten Sie die Tendenz am Bauprozess, dass große Unternehmen / Konzerne des Bauhauptgewerbes kleinere Holzbauunternehmen / Produzenten kaufen und diese in Ihr Unternehmen integrieren, um damit Gesamtbauleistungen inkl. Holzbau anbieten zu können?

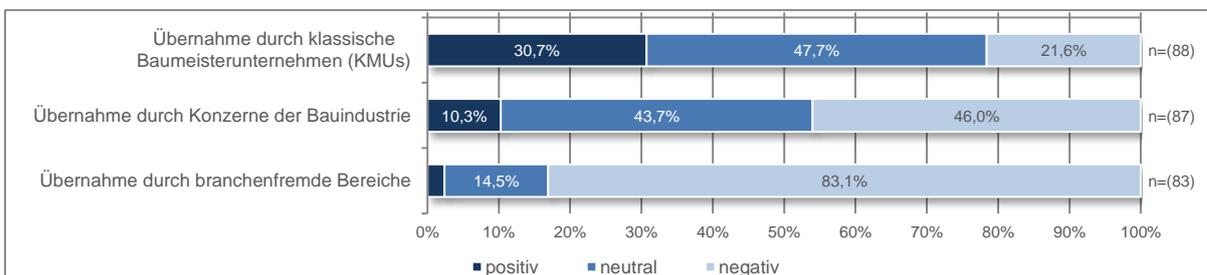


Bild 6.21 Einschätzung Übernahmetendenzen von Holzbauunternehmen (Frage 7.2.2)

Demgegenüber gehen die Befragten davon aus, dass sich gemäß Bild 6.22 verstärkt Unternehmen im Bereich Holzbau spezialisieren werden bzw. neue Unternehmen, aber auch Abteilungen in Großunternehmen, mit Fokussierung auf den Holzbau gründen. Die Experten schätzen diese Entwicklung als durchwegs positiv ein, wobei vor allem die Gründung eigener Holzbau-Abteilungen zur Ausführung von Holzbauarbeiten in ausschließlich produzierenden Unternehmen (62,5 %) bzw. in Konzernen der Bauindustrie (54,8 %) überwiegend als positiv bewertet wird. Die Gründung eigener Unternehmen wird ebenso eher als positiv (48,8 %) bzw. neutral (39,0 %) eingestuft.

Frage 7.2.3

Wie schätzen Sie die Entwicklung im Holzbau ein, dass vermehrt spezialisierte Unternehmen gegründet bzw. in Konzernen und großen Unternehmen Abteilungen geschaffen werden, welche sich ausschließlich mit der Ausführung von Holzbauten beschäftigen?

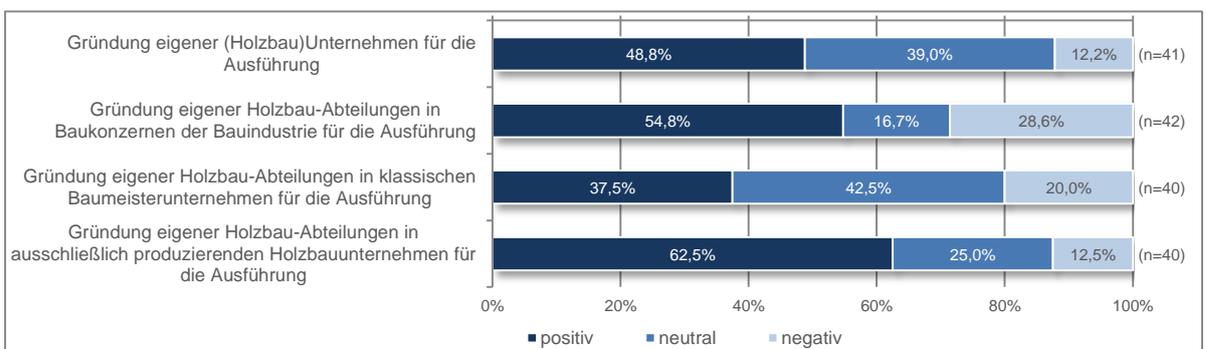


Bild 6.22 Einschätzung Neugründungstendenzen Holzbaubetriebe bzw. Abteilungen (Frage 7.2.3)

Die Zusammenarbeit von Unternehmen bzw. die Kooperation mit den Mitbewerbern stellt für die Unternehmen einerseits eine notwendige Voraussetzung zur Abwicklung großer Bauvorhaben dar, welche sie als Alleinunternehmer aufgrund der Auftragsvolumina sowie Kompetenz, Produktions- und Montagekapazität nicht umsetzen könnten. Andererseits stellt die Einbindung der Konkurrenz in das eigene Bauprojekt auch einen Hinderungsgrund hierfür dar. Diese Kooperation birgt auch die Frage nach der geeigneten Vertragskonstellation, wobei dies abhängig von der Dauer der Zusammenarbeit ist. Auf projektspezifischer Ebene bestehen unterschiedliche Modelle und Unternehmenseinsatzformen (Vgl. Kap. 2.5.2), welche im Holzbau Vor- und Nachteile aufweisen (Vgl. Kap. 5.6.6). Die Kooperation von mehreren Unternehmen auf Augenhöhe unter einer neu gegründeten Dachmarke steht dem gegenüber, da sie die Zusammenarbeit nicht projektspezifisch, sondern durch eine längerfristige gemeinschaftliche Projektabwicklung auf der Ausführungsseite voraussetzt.

Frage 7.2.4

Wie sehen Sie die Chance von Holzbauunternehmen, wenn sich diese („auf Augenhöhe“) zusammenschließen und gemeinsam am Markt unter einer Dachmarke auftreten und damit größere Holzbauprojekte finanziell und organisatorisch abwickelbar werden, welche ein einzelnes Holzbauunternehmen nicht durchführen könnte?

Diese Entwicklung der Zusammenarbeit wird seitens der Experten als Chance eingestuft, allerdings differenziert angesehen (Bild 6.23). Bei klassischen Dachtragwerken, sowie Zu- und Umbauten sehen die Befragten den Zusammenschluss unter einer Dachmarke derzeit eher als geringe Chance an (51,5 bzw. 44,8 %), größere Holzbauprojekte organisatorisch leichter abwickelbar zu gestalten. Dieser Form der Kooperation wird künftig Chance und Risiko gleichermaßen zugesprochen. Bei der Umsetzung von 2D-Elementbauweisen zeigt sich, dass in Abhängigkeit ob Holzrahmenbau, Holzmassivbau oder Systembauweisen (bspw. Holz-Beton-Verbund) Anwendung finden, derzeit die Perspektive eher mittel bis gering eingeschätzt wird (24,3 bzw. 24,6 bzw. 14,3 %), sich dies jedoch künftig als große Chance herausbilden wird (57,6 %). Im Zuge der Einstufung der 3D-Modulbauweise wird von den Experten eine ähnliche Bewertung eines Zusammenschlusses auf Augenhöhe vorgenommen, wenn auch mit prozentuell anderer Ausprägung. Dabei zeigt sich, dass die Experten die Kooperation einerseits als große und andererseits als geringe Chance sehen. Allerdings überwiegt die Einschätzung dies künftig als große Chance zu verstehen (54,4 bzw. 53,4 bzw. 55,2%). Eine ähnliche Tendenz mit entsprechender prozentueller Verteilung zeigt sich auch im Bereich Ingenieurholzbau, wobei auch in dieser Kategorie der Zusammenschluss unter einer Dachmarke durchwegs als große Chance für die künftige gemeinsame Abwicklung großer Bauvorhaben verstanden wird.

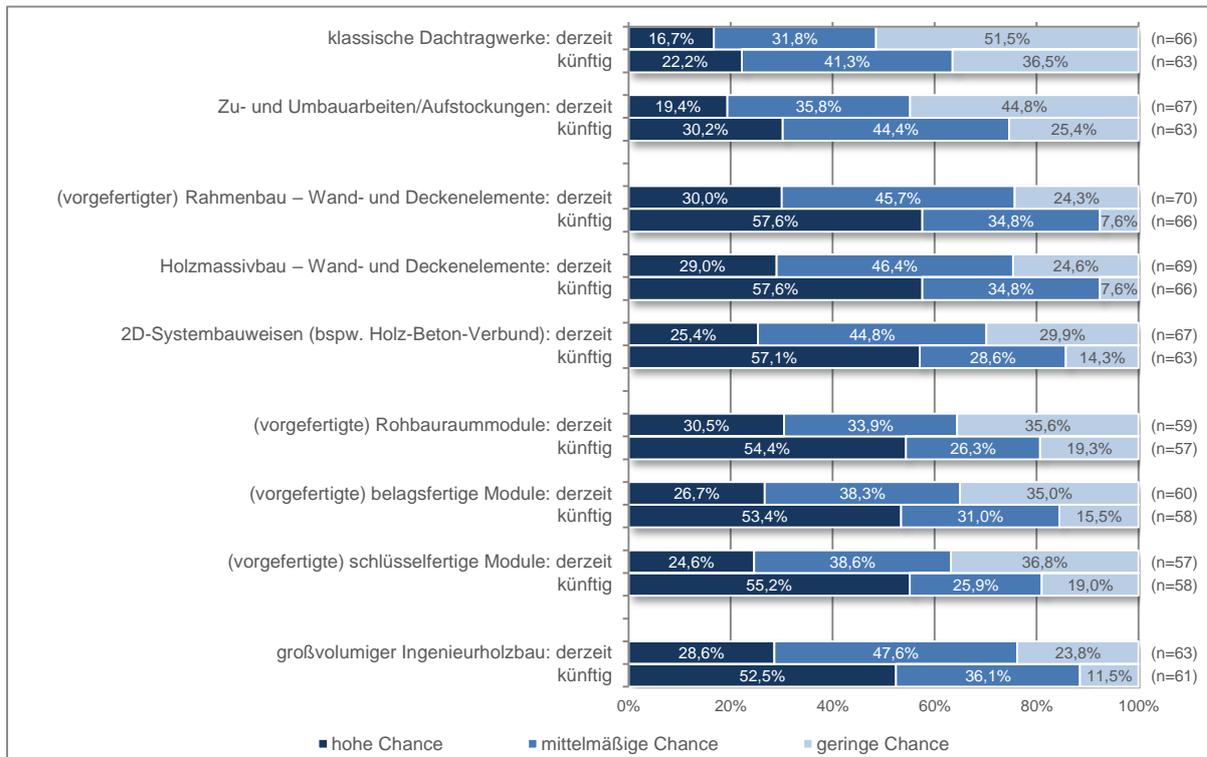


Bild 6.23 Chancenbewertung Zusammenschluss von Holzbaunternahmen unter Dachmarke (Frage 7.2.4)

Der Bereich des Bauvertragswesens, welches die Beziehung des Unternehmens zum Bauherrn bzw. dessen bevollmächtigten Vertretern sowie zu den anderen Gewerken regelt, ist neben den Modellen und Konstellationen, welche die unternehmensspezifische Zusammenarbeit und gemeinsame Abwicklung in Form von Geschäftsmodellen widerspiegeln, speziell im Holzbau aufgrund des tendenziell wachsenden Marktes von zunehmender Bedeutung. Die bisherigen Modelle und Vertragskonstellationen sind für großvolumige Holzbauprojekte nicht mehr ausreichend, da aufgrund der Kleinstrukturiertheit der Unternehmen bzw. der spezialisierten Ausführenden einerseits die notwendige technische Kompetenz und andererseits die finanziellen Absicherungen für große Projektvolumina nicht gegeben sind. Allerdings bilden klassische Geschäftsmodelle, wie sie im Bauwesen allgemein üblich sind (Vgl. Kap. 2.5.3), für den Holzbau großteils keine adäquate Alternative. Einzelne Kooperationssysteme stellen sich im Holzbau aufgrund der Unternehmenslandschaft anders dar (Vgl. Kap. 4.2.4) als bei Bauunternehmen. Der Zusammenschluss von Unternehmen unter einer Dachmarke zur Akquise und Umsetzung großer Holzbauprojekte bildet eine Möglichkeit, welche das technische Potenzial und die Flexibilität des Einzelunternehmens ebenso nutzt wie das gemeinschaftliche Arbeiten auf Augenhöhe. Dieses Potenzial bildet nicht nur für die ausführende Seite eine gute Möglichkeit, Großprojekte rasch und effizient umzusetzen, sondern bietet durch die Integration von Planern auch

die Chance, eine holzbauadäquate Planung im Kooperationsgedanken zu verankern.

6.3.7 Potenzial Personalqualifikation

Die elementaren Produktionsfaktoren, welche durch den Menschen miteinander kombiniert und durch die dispositiven Produktionsfaktoren gesteuert werden, stellen wesentliche Prozessfaktoren im Holzbau dar. Dabei sind die Personen und Fachkräfte, unabhängig von ihrer Tätigkeits- und Verantwortungsebene, die maßgeblichen Einflussgrößen und damit verantwortlich für den Erfolg bzw. Misserfolg eines Prozesses bzw. Projektes. Demnach kommt dem Thema der Qualifikation der involvierten Personen eine zentrale Rolle zu, wobei einerseits die Ausbildung, andererseits aber vor allem die Weiterbildung in einzelnen Themengebieten grundsätzlich das Ergebnis bestimmen. Speziell im Holzbau bedarf es aufgrund der laufenden technischen Entwicklungen auf Produktebene, der steigenden Mechanisierung in den Produktionsprozessen sowie durch die zunehmend größer und komplexer werdenden Bauvorhaben einer kontinuierlichen Weiterbildung in einer Vielzahl an Tätigkeitsfeldern und Verantwortungsebenen. Dabei bedarf der Holzbau aufgrund seiner Materialspezifika aber auch der Prozessorganisationen und Unternehmensstrukturen spezifischer Qualifikationen der Beteiligten, um die Anforderungen zu erfüllen und Rahmenbedingungen einhalten zu können.

Frage 8.1.6

Wie bewerten Sie im Bauwesen allgemein die aktuelle Lehre und Ausbildung zum Thema Holzbau?

Die Experten bewerten die derzeitige Qualifikation bzw. Ausbildung im Bereich des Holzbaus als überwiegend mittelmäßig und gut (Bild 6.24). Vor allem die Rubrik der praxisnahen Aus- und Weiterbildung, wie Lehre und Befähigungsprüfung zum Holzbaumeister, werden dabei als überwiegend gut eingestuft (55,9 bzw. 71,0 %). Auch die holzbauspezifische Ausbildung an Universitäten und Fachhochschulen (46,7 %), sowie die Qualifikation von Ziviltechnikern bzw. Ingenieurkonsulenten (45,5 %) und auch die HTL (41,9 %) wird überwiegend mit gut bewertet. Einige Bereiche weisen dennoch eine Einstufung der holzbaulichen Qualifikation als schlecht auf, wenn auch im eher geringen Ausmaß.

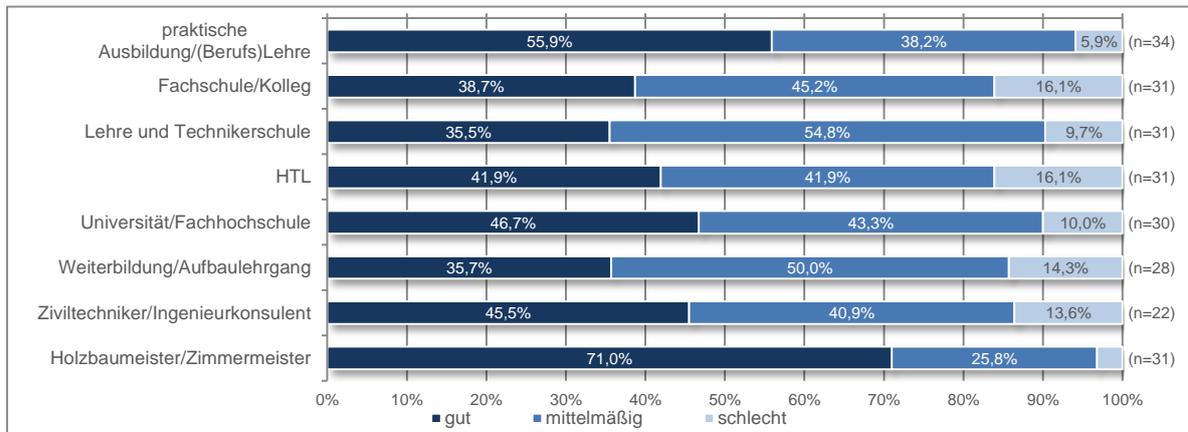


Bild 6.24 Einstufung der aktuellen Ausbildungssituation im Holzbau (Frage 8.1.6)

Das Potenzial zur Nutzung der Vorteile des Holzbaus bzw. zur Kompensation der Nachteile kann durch die involvierten Personenkreise nutzbar gemacht werden, aber gleichzeitig ein Risiko darstellen. Die fachliche Qualifikation im Holzbau bildet demnach das Fundament zur Absicherung gegenüber Risiken einerseits sowie zur Nutzung der Chancen andererseits. Die anwachsende technische Entwicklung in Kombination mit bauwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und baubetrieblichen Prozessen erfordern im Holzbau eine zunehmend breitere Grundausbildung, welche ebenso rechtliche und betriebswirtschaftliche Aspekte sowie technische Gesichtspunkte aus anderen Feldern und Gewerken berücksichtigt.

Dabei zeigt sich gemäß den befragten Experten, dass neben der Weiterqualifikation auf allen Ebenen der Ausführung vor allem die Aus- und Weiterbildung in den tertiären technischen Bildungsbereichen durch holzbau-spezifische Fortbildungen ergänzt werden sollen.

Frage 8.1.7

In welchen Bereichen sollten Ihrer Erfahrung nach im Rahmen einer (technischen) Universität spezielle Weiterbildungsmaßnahmen im Bereich Holzbau künftig vermehrt angeboten / aufgebaut werden?

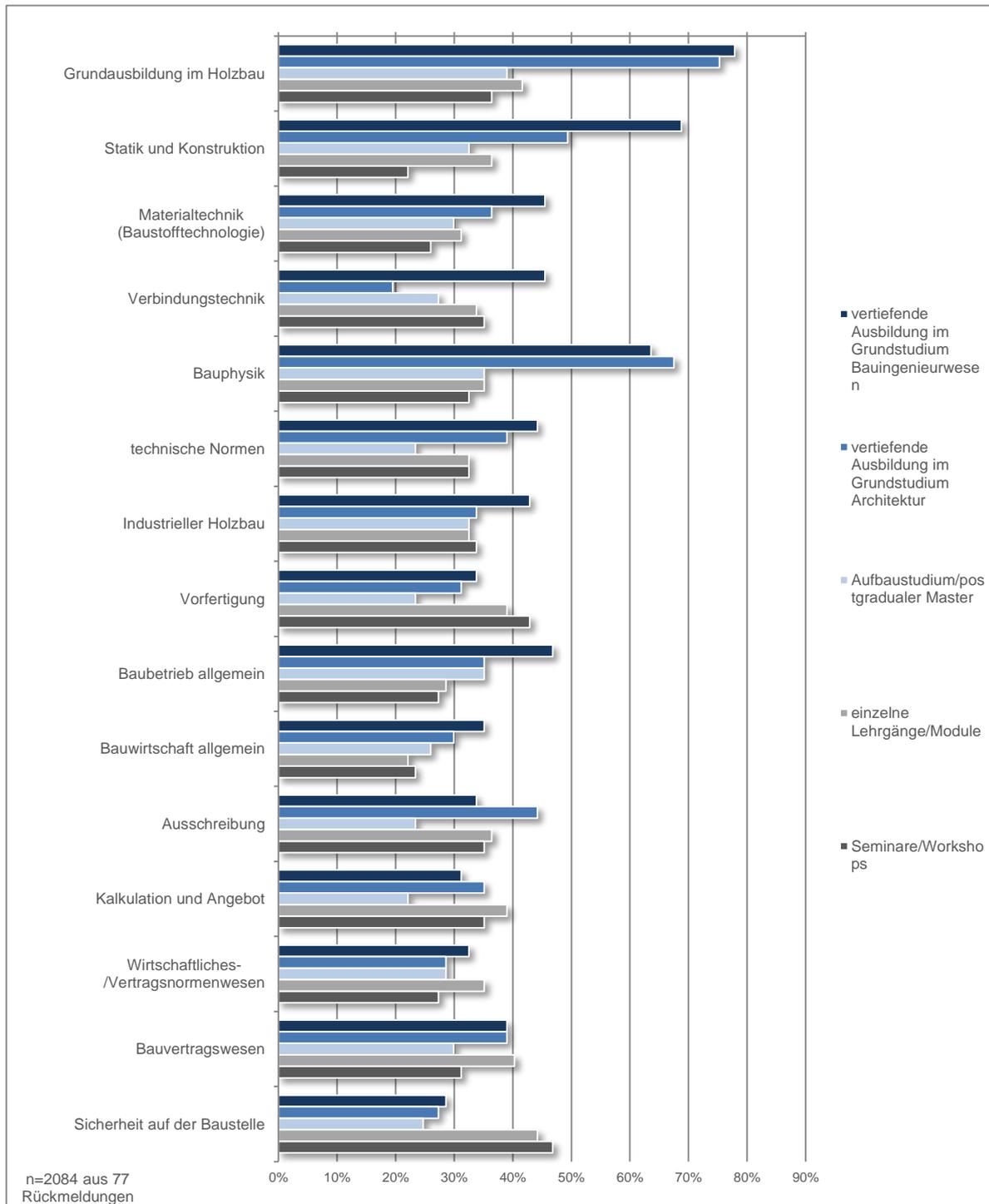


Bild 6.25 Bedarf für Weiterbildungsmaßnahmen im Holzbau auf universitärer Ebene (Frage 8.1.7)

Dies trifft sowohl die Fachbereiche des Bauingenieurwesens als auch jene der Architektur, da diese beiden Disziplinen sowohl auf Seiten der Planer als auch an ausführender Stelle den Holzbau maßgeblich mitgestalten bzw. beeinflussen (Bild 6.25). Die Bereiche der Weiterbildung betreffen

neben der Grundausbildung im Holzbau vor allem die Themen Statik und Konstruktion sowie Bauphysik, welche durch eine vertiefte Ausbildung in beiden Grundstudien abzudecken sind. Daneben gilt es einerseits die Material- und Verbindungstechnik sowie deren normgerechte Handhabung in den Weiterbildungsmaßnahmen zu berücksichtigen, ebenso wie die Felder des Industriellen Holzbaus, der Vorfertigung und des Baubetriebs. Wesentlich in diesem Zusammenhang scheint den Experten die Qualifikation in den bauwirtschaftlichen Themen wie Ausschreibung, Kalkulation und Vertragswesen. Dieser Bedarf an Weiterbildung betrifft das Grundstudium, aber auch mögliche postgraduale Aufbaustudien, Lehrgänge sowie Seminare und Workshops.

Die Nutzbarkeit des Potenzials eines technischen Systems hängt wesentlich von den involvierten Personen ab, da sie die Prozesse steuern und die Verantwortung dafür tragen. Somit ist die fachliche Qualifikation der Beteiligten maßgeblich für den Erfolg in der Umsetzung der Optimierungsschritte und gleichzeitigen Reduktion der Risiken verantwortlich. Dabei weisen unterschiedliche Prozess- und Einflussfaktoren verschiedene Chancen und Risiken auf, welche es abzuwägen und zu bewerten gilt, um bestehende Potenziale auch allgemein nutzbar zu machen. Diese Prozessfaktoren bilden den jeweiligen Ausgangspunkt in der Optimierungsaufgabe, welche entlang von Rahmenbedingungen entwickelt und anhand von Einflussgrößen bestimmbar bleiben. Das hierfür notwendige Entwicklungsmodell zur Abbildung dieser einzelnen Optimierungsschritte bildet den Kern einer Ablaufoptimierung, welches die Umstände für eine Prozessgestaltung formt. Diese Prozessgestaltung unter dem Aspekt einer Verbesserung der bestehenden Abläufe ist als Teil der Managementaufgabe in einem Unternehmen zu verstehen und eine Möglichkeit, die Ideen und Visionen zur Unternehmensentwicklung in der Realität zu gestalten.

Im Holzsystembau bestehen aufgrund der industriell angelegten Prozesse einerseits durch die Möglichkeiten der weiteren Mechanisierung und andererseits aufgrund der technischen Entwicklungen sowie der positiven Rahmenbedingungen am Markt ungenutzte Potenziale, welche durch die Nutzung einzelner Einflussgrößen einen Multiplikationseffekt auslösen können. Die Potenziale der Prozessfaktoren werden durch eine strategische Positionierung bzw. kundenorientierte Prozessausrichtung für das Unternehmen nutzbar, wobei die Geschäftsmodellentwicklung eines Unternehmens bzw. die Implementierung eines Bauprozessmodells innerhalb einer Branche dafür sowohl den Inhalt gestaltet als auch den Rahmen bildet.

6.4 Optimierungsmöglichkeiten im Holzsystembau

Aufgrund ungenutzter Potenziale, welche in Systemen des Bauwesens bestehen und demnach als Reserve zu verstehen sind, können Möglichkeiten der Verwertung selbiger entwickelt werden. Diese Nutzung der Potenziale, welche vorrangig im Rahmen von Optimierungen auftreten, können unter bestimmten Randbedingungen und vordefinierten Prozessen sowie Zielsetzungen durch die Berücksichtigung der Einflussgrößen Resultate erreichen, welche die bisherigen Abläufe verbessern bzw. rationalisieren und wirtschaftlich erfolgreicher gestalten.

Der Holzsystembau weist aufgrund der technischen Indikatoren, welche vor allem im Rahmen der Vorfertigung auftreten, sowie durch die vor- und nachgelagerten Prozesse ungenutzte Potenziale auf, die im Zuge von Potenzialanalysen die Möglichkeit der Optimierung bieten. Zur Ableitung dieser Potenzialkriterien und der daran anschließenden Bewertungen und Gewichtungen selbiger ist es notwendig, neben der Eingrenzung und Fokussierung auf die wesentlichsten Einflussgrößen eine objektivierbare Sichtweise zu verwenden. Die Interpretation wird im Rahmen dieser Untersuchung aufbauend auf den im Bild 6.4 dargestellten Prozess der Modellbildung vorgenommen und unter Einbeziehung der Aussagen durch die befragten Experten der Umfrage und deren unterschiedlicher Zuordnung gestützt, um einerseits den jeweiligen Blickwinkel ein Thema betreffend und andererseits ein neutrales Gesamtbild zu erhalten.

Dieses bildet gemeinsam mit den Ergebnissen zahlreicher am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz zwischen dem Jahr 2012 und 2017 durchgeführten Forschungsprojekte, ergänzenden Expertenbefragungen sowie Arbeitsstudien – welche durch den Verfasser dieses Forschungsvorhaben federführend initiiert, hauptverantwortlich gesteuert und gemeinsam mit Projektmitarbeitern umgesetzt wurden – die Basis für die im Rahmen der Modellbildung durchgeführte Gewichtung und Bewertung der erhobenen Potenzialfaktoren. Die dabei identifizierten Potenzialkriterien stellen eine Konzentration von Einflussfaktoren dar, welche die Basis für die Weiterentwicklung bilden und gemäß den Angaben der Experten die stärkste Auswirkung bzw. den größten Handlungsbedarf beinhalten.

6.4.1 Ableitung der Potenzialkriterien

In diesem Abschnitt werden aufbauend auf den in Kap. 6.3 dargestellten Potenzialen zu den einzelnen Kategorien der Umfrage jene Potenziale angeführt, welche für den jeweiligen Einfluss- bzw. Prozessfaktor die größte Ressource bilden. Diese Zuteilung erfolgt anhand der in Kap. 5.6 erläuterten Ergebnisse, welche nachfolgend aufgrund der Zuweisung der befragten Experten zu den einzelnen Gruppen – Planung, Ausführung, Auftraggeber und Andere – erfolgt ist. Durch die differenzierte Betrachtung der Fragenauswertung sowie durch die Interpretation der Gesamtergebnisse

wird eine Perspektive der einzelnen Themenfelder möglich. Das Verständnis der Experten liefert dabei das Ergebnis sowie die Begründung für die betrachteten Themen, wobei neben dem Status quo vor allem jene Felder untersucht werden, welche im Speziellen einzelne Potenziale und Handlungsfelder innerhalb des Holzsystembaus abbilden.

Im Kontext der Ableitung der *Potenzialkriterien* erfolgt eine Unterscheidung in die *Einflussfaktoren* einerseits und in die *Prozessfaktoren* andererseits. Sämtliche Faktoren werden anhand der Umfrage im Hinblick auf ihr Potenzial hin untersucht und durch die jeweilige Einflussgröße abschließend festgelegt.

Die Ebene der *Einflussgrößen* wird des Weiteren einer nochmaligen Untergliederung unterzogen, wobei an dieser Stelle jene Parameter angeführt werden, welche gemäß der Umfrage in Abhängigkeit der Zuordnung eine entscheidende Auswirkung (Einflussgröße) bzw. den markantesten Handlungsbedarf für die jeweilige Sphäre – Planung, Ausführung, Planung & Ausführung – bieten.

Eine zusammenfassende Darstellung dieser Potenzialfaktoren ist dem nachfolgenden Bild 6.26 zu entnehmen.

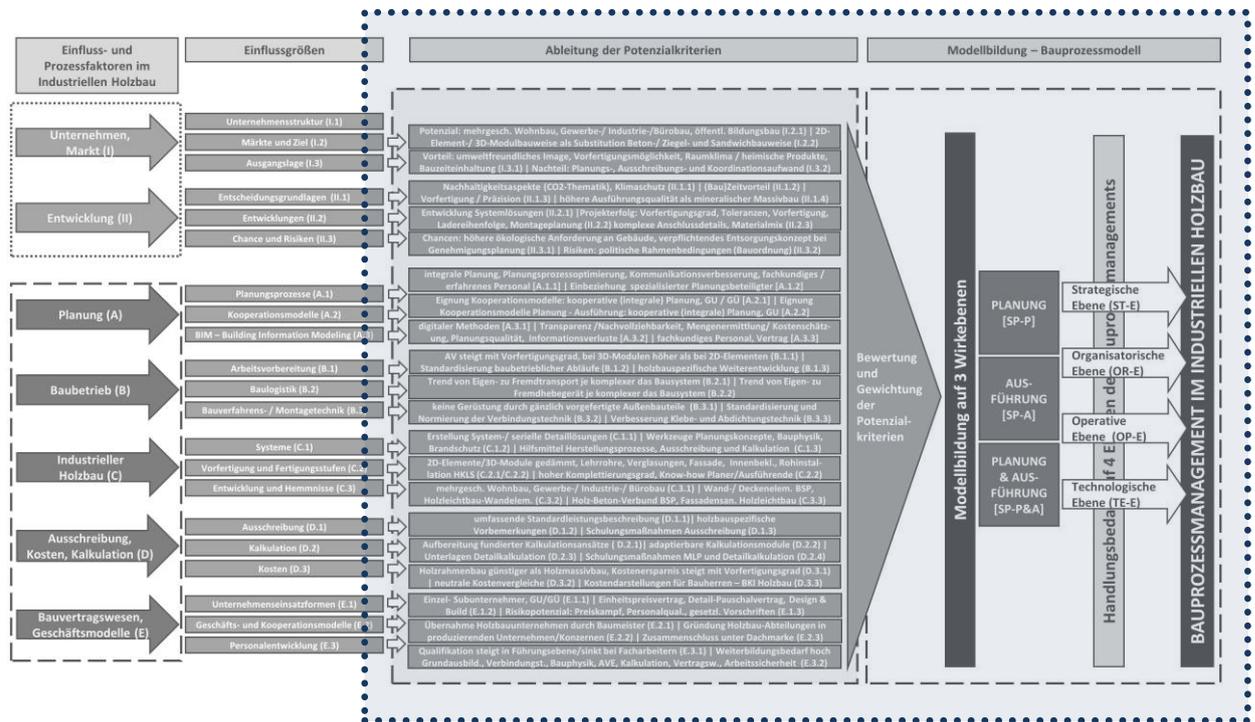


Bild 6.26 Ableitung der Potenzialkriterien zur Modellbildung im Holzsystembau

Die nachfolgenden Abschnitte erläutern diese Einflussgrößen in Bezug zu ihrem übergeordnetem Einfluss- bzw. Prozessfaktor.

6.4.1.1 Einflussfaktor *Unternehmen und Markt (I)*

Der Einflussfaktor *Unternehmen und Markt* bildet eine Randbedingung, welche vom Unternehmen lediglich teilweise gesteuert werden kann. Dennoch bestimmt das Unternehmen selbst sowie auch die vorherrschenden Bedingungen des Marktes maßgeblich die Ausgangslage und bildet den Kontext für die Geschäftstätigkeit.

Die Potenzialkriterien für den Einflussfaktor *Unternehmen und Markt (I)* sind in nachfolgendem Bild 6.27 zusammengefasst dargestellt.

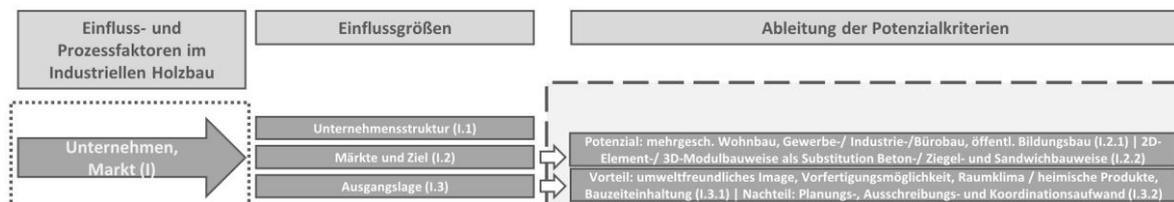


Bild 6.27 Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Einflussfaktor Unternehmen und Markt (I)

Die hierbei auftretenden Einflussgrößen der Unternehmensstruktur, des Marktes selbst sowie die Unternehmensziele in punkto Marktstrategien stellen ebenso wie auch die Ausgangslage für die Umsetzung der Unternehmensvision für das Management eines Unternehmens neben den technischen und bauwirtschaftlichen Prozesskriterien eine flankierende Grundbedingung für die Verwirklichung gemäß dem Unternehmensleitbild dar. Aufgrund dieser Konstellation tritt jedoch die *Einflussgröße Unternehmensstruktur (I.1)* zwar als Einflussfaktor in den Vordergrund, stellt aufbauend auf die Definition in Kap. 6.3 jedoch kein Potenzialkriterium dar.

Die Einflussgröße *Märkte und Ziel (I.2)* beinhaltet hingegen Potenzialkriterien, welche auch im Zuge der Umfrage ausgeprägte Ergebnisse liefern. Dabei ist vor allem das Potenzial des *Industriellen Holzbaus (I.2.1)* anzuführen, welches im Bereich Neubau und an dieser Stelle im mehrgeschossigen Wohnbau, dem Gewerbe- und Industriebau sowie dem Bürobau und bei öffentlichen Bildungsbauten gemäß den Angaben der Experten auftritt (Vgl. Frage 2.1.3 – Bild 6.5). Wesentlich scheint in diesem Zusammenhang auch die Aussage der Befragten zur eventuellen *Substitutionsmöglichkeit des Industriellen Holzbaus gegenüber herkömmlichen Bauweisen (I.2.2)*. Die Umfrage hat gezeigt, dass nach Ansicht der Experten sowohl die 2D-Elementbauweise, als auch die 3D-Modulbauweise die Beton- und Ziegel-, aber vor allem die Sandwichbauweise, sowie auch den traditionellen Holzbau zumindest teilweise substituieren wird (Vgl. Frage 5.3.3 bzw. Frage 5.3.4 – Bild 6.12).

Die *Ausgangslage des Holzbaus (I.3)* als Einflussgröße des Marktes kann vor allem durch die Vor- und Nachteile abgebildet werden. Demnach sind die *Vorteile (I.3.1)* im *umweltfreundlichen Image*, in der *Vorfertigungsmöglichkeit*, im *Raumklima*, in der *Verwendung heimischer Produkte* sowie in

der *Bauzeiteinhaltung* auszumachen (Vgl. Frage 2.2.1 – Bild 5.26). Die *Nachteile (I.3.2)* stellen ebenso Potenzialkriterien dar, welche sich vor allem durch den *Planungs-, den Ausschreibungs- sowie den Koordinationsaufwand* ergeben.

6.4.1.2 Einflussfaktor *Entwicklung (II)*

Der Einflussfaktor *Entwicklung* wird durch drei maßgebliche Einflussgrößen bestimmt, welche sich durch *Entscheidungsgrundlagen (II.1)*, der eigentlichen *Entwicklung (II.2)* sowie den bestehenden *Chancen und Risiken (II.3)* ergeben. Diese stellen ähnlich wie der Markt sowie die Unternehmensumgebung Rahmenbedingungen dar, welche nicht direkt vom Unternehmen selbst gesteuert werden können, jedoch wesentliche Auswirkungen auf dessen Handeln haben.

Die Potenzialkriterien für den Einflussfaktor *Entwicklung (II)* werden in nachfolgendem Bild 6.28 zusammengefasst.

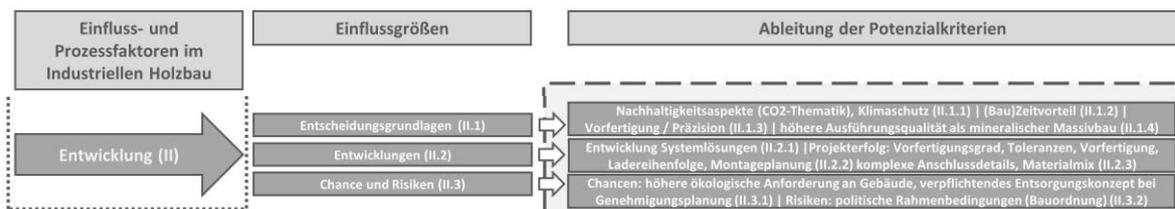


Bild 6.28 Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Einflussfaktor Entwicklung (II)

Die Einflussgröße *Entscheidungsgrundlage (II.1)* umfasst vor allem das Potenzial im Bereich der *Nachhaltigkeit* und die ergänzenden Aspekte, welche die Diskussion der *CO₂-Thematik* sowie dessen Bindung durch das Material Holz ebenso beinhalten wie den *Klimaschutz* im Allgemeinen (II.1.1). Ergänzend bildet der auftretende *Bauzeitvorteil (II.1.2)*, welcher sich aufgrund der *Vorfertigung und der Präzision* ergibt (II.1.3), eine wesentliche technisch-organisatorische Entscheidungsgrundlage bzw. Potenzial. Die hinzukommende *höhere Ausführungsqualität* (durch Vorfertigung) *als jene des mineralischen Massivbaus (II.1.4)* formt die Basis für die Entscheidung hin zum Baustoff Holz, wobei dies als vorhandenes Potenzial nutzbar gemacht werden sollte. (Vgl. Frage 2.1.1 – Bild 5.24).

Ergänzend kommt der Einflussgröße *Entwicklungen (II.2)* eine wesentliche Bedeutung zu, da diese die technischen Grundvoraussetzungen für eine Markterweiterung und somit Möglichkeiten der Potenzialnutzung bilden. Vor allem die *Entwicklung von Systemlösungen (II.2.1)* ist nach Aussage der Experten als jenes Kriterium mit dem größten Potenzial für eine positive Weiterentwicklung anzusehen (Vgl. Frage 5.5.3 – Bild 5.42). Unterstützend wirkt neben den technischen Komponenten die *Montagetechnik* positiv zur Erreichung eines *Projekterfolges (II.2.2)*, welche u.a. durch

den *Vorfertigungsgrad* festgelegt wird, der wiederum die *Toleranzen* bestimmt wie die *Exaktheit in der Vorfertigung* und der richtigen *Ladereihenfolge* sowie der gesamten *Montageplanung* (Vgl. Frage 4.4.2 – Bild 5.30). Neben der Gesamtheit der Montagetechnik ist im Speziellen die *Verbindungstechnik* (Vgl. Frage 4.4.4 – Bild 5.32) ebenso maßgeblich am *Projekterfolg* beteiligt, da diese durch die *Komplexität in den Anschlussdetails* und dem großteils auftretenden, teils problematischen *Materialmix* (II.2.3) grundsätzlichen Einfluss hat.

Als wesentlich im Zusammenhang mit der Entwicklung des Holzbaus ist die Einflussgröße *Chancen und Risiken* (II.3) anzusehen (Vgl. Frage 2.1.4), welche die Umstände für die Umsetzung eines Bauwerks bilden und die es zu bewerten gilt. Das damit zusammenhängende Potenzial besteht einerseits in einer *künftig höheren ökologischen Anforderung an Gebäude*, sowie einem *verpflichtenden Entsorgungskonzept zum Zeitpunkt der Genehmigungsplanung* (II.3.1). Demgegenüber besteht vor allem Risiko in der Umsetzung eines Holzbaus, welches sich durch die *Rahmenbedingungen* in Form von *Bauordnungen* udgl. (II.3.2) ergibt (Vgl. Bild 6.6).

6.4.1.3 Prozessfaktor *Planung (A)*

Der Prozessfaktor *Planung* als wesentliches Kennzeichen in der Vorbereitung für die Umsetzung setzt besonders im Holzbau Abläufe voraus, welche detailliert und materialspezifisch sind. Diese Prozesse mit der Integration unterschiedlicher Beteiligter bedürfen einerseits konsequenter Maßnahmen und Schnittstellenabstimmungen sowie andererseits der intensiven Kommunikation zur Erreichung des gemeinsamen Zieles. Hierzu stellen vor allem speziell auf den Holzbau abgestimmte Kooperationsmodelle sowie Instrumente und Werkzeuge eine geeignete Möglichkeit zur Durchführung dar. Dabei tritt in der Ausgestaltung von künftigen Abläufen vor allem das Thema BIM in den Vordergrund.

Die Potenzialkriterien für den Prozessfaktor *Planung (A)* sind in nachfolgendem Bild 6.29 zusammengefasst dargestellt.

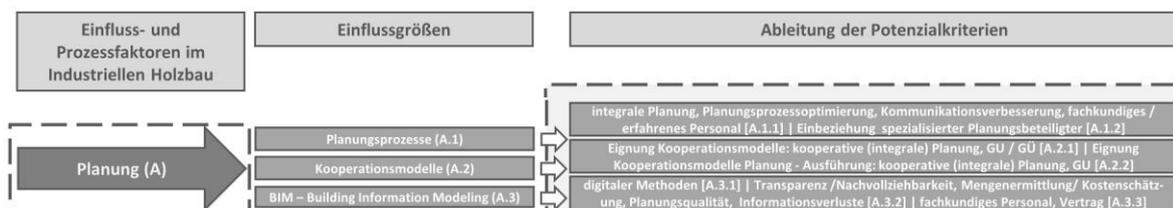


Bild 6.29 Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Planung (A)

Die Einflussgröße *Planungsprozesse (A.1)* beinhaltet Maßnahmen und deren Auswirkung, welche zur Vermeidung von *Informationsverlusten* und

damit einhergehenden *Verzögerungen* dienen sowie durch die Umsetzung einer *integralen kooperativen Planung* eine *Optimierung der Planungsprozesse* und *Verbesserung der Kommunikation* (A.1.1) der Beteiligten zulassen. Hierzu bedarf es eines *fachkundigen und erfahrenen Personenkreises*, welcher zu hoher *Planungs- und Ausführungsqualität* und einem *reibungslosen Planungsprozess* (A.1.2) beiträgt. Durch die detaillierte Vorausschau im Planungsprozess lassen sich die davon abhängigen Baukosten direkt beeinflussen.

Das Thema der *Kooperationsmodelle* als damit in Zusammenhang stehende Einflussgröße (A.2) ist besonders zu beachten, da einerseits die *Zusammenarbeit der Planer* untereinander (A.2.1), sowie auch die *Kooperationsbereitschaft der Planer mit den Ausführenden* (A.2.2) als Eignung unterschiedlicher Modelle in Form von *Generalübernehmermodellen* sowie *kooperativer Planungs- und Ausführungsteams* von den Experten angesehen werden und dafür den geeigneten Rahmen bilden.

Schlussendlich bietet die Einflussgröße des *BIM – Building Information Modeling* (A.3) durch die *Nutzung digitaler Methoden* in Form von *3D-Visualisierungen*, *Kollisionsprüfungen* sowie *5D-Mengenermittlungen* das notwendige Werkzeug (A.3.1), um die bestehenden Potenziale nutzbar zu machen. Diese stellen sich in Form von *transparenten* und damit *nachvollziehbaren Planungsprozessen* ebenso wie *exakteren Mengenermittlungen* und darauf aufbauenden *Kostenschätzungen* dar, welche in Summe eine *Steigerung der Planungsqualität* und damit gleichzeitig eine *Reduktion der Informationsverluste* (A.3.2) beinhalten. Dennoch kann das Potenzial lediglich dann genutzt werden, wenn die *Hemmnisse* durch *fehlendes fachkundiges Personal*, den bis dato *nicht vorhandenen verbindlichen Richtlinien* sowie die *unklare Situation bzgl. der Vergütung und Vertragsgestaltung* (A.3.3) in Bezug zum Thema BIM langfristig abgebaut werden.

6.4.1.4 Prozessfaktor *Baubetrieb (B)*

Der *Baubetrieb* als maßgeblicher Prozessfaktor der Umsetzung eines Holzbaus wird durch die vorbereitenden Tätigkeiten und Abläufe ebenso bestimmt, wie durch die erforderliche Logistik, welche aufgrund der Vorfertigung sowie der Bauverfahrenstechnik und auch der Montagetechnik anders gestaltet ist, als bei Vor-Ort-Bauweisen. Demnach gewinnt die Arbeitsvorbereitung an Bedeutung, da sie sowohl die Logistik als auch die Montage bestimmt.

Die Potenzialkriterien für den Prozessfaktor *Baubetrieb (B)* sind in nachfolgendem Bild 6.30 zusammengefasst dargestellt.

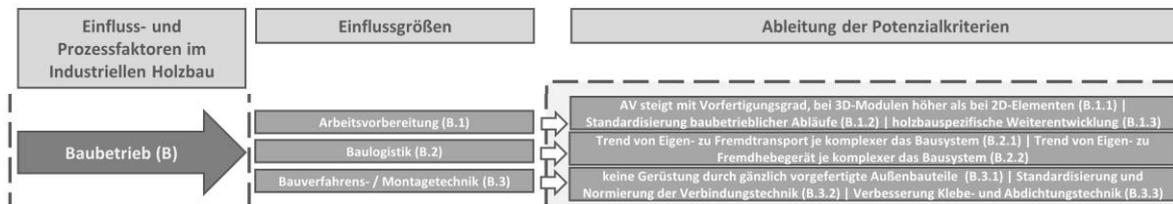


Bild 6.30 Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Baubetrieb (B)

Die Einflussgröße *Arbeitsvorbereitung (B.1)* im Prozessfaktor Baubetrieb ist zufolge der Befragten stark abhängig vom Bausystem sowie auch vom *Grad der Vorfertigung* und steigt mit diesem (*B.1.1*). Vor allem schlüsselfertige Baukörper der 3D-Modulbauweise bedürfen einer umfassenden Arbeitsvorbereitung, welche den Befragten zufolge (Vgl. Frage 4.2.2 – Bild 5.29) höher ist, als jene der 2D-Elementbauweise. Die Nutzung des vorhandenen Potenzials wird durch die Standardisierung baubetrieblicher Abläufe möglich (*B.1.2*), wobei vor allem die *Weiterentwicklung der Arbeitsvorbereitung* in Richtung holzbauspezifischer Fertigungsplanung (*B.1.3*) das eigentliche Potenzial darstellt (Vgl. Frage 4.1.1 – Bild 6.9).

In diesem Zusammenhang kommt der Einflussgröße *Baulogistik (B.2)* insofern eine Bedeutung zu, als dass im Bereich der Transporte eine Tendenz zu erkennen ist, welche *vom Eigentransport hin zum Fremdtransport* reicht, je komplexer das Bausystem ausfällt (*B.2.1*), was sich durch die Aussage der Experten (Frage 4.5.3 – Bild 5.34) zeigt. Ähnlich ist das Potenzial innerhalb der Arbeitsvorbereitung im Holzbau auch in der Entwicklung *vom eigenen Hebegerät hin zum Fremdheberät* mit Zunahme der Komplexität des Bausystems auszumachen (*B.2.2*), wobei die verwendeten Bauelemente erheblich die Größe des Hebe Gerätes beeinflussen (Vgl. Frage 4.5.5).

Die eigentliche baubetriebliche Umsetzung wird durch die Einflussgröße *Bauverfahrens- und Montagetechnik (B.3)* bestimmt, da sie aufbauend auf die Arbeitsvorbereitung im Zuge eines gewählten Bausystems sowohl die Bauzeit als auch die auf der Baustelle entstehenden Personalkosten dominiert. Das Potenzial liegt daher im Grad der Vorfertigung, da durch diesen der *Entfall der Gerüstung* durch die *gänzliche Vorfertigung von Außenwandbauteilen* möglich ist (*B.3.1*). Zur raschen und kostengünstigen Umsetzung der Montage bedarf es jedoch einer *Standardisierung der Verbindungstechnik* bis hin zur *Normierung selbiger* (*B.3.2*). Zusätzlich wird das Potenzial vor allem in einer *Verbesserung der Klebe- und Abdichtungstechnik* (*B.3.3*) gesehen (Vgl. Frage 4.1.1 – Bild 6.9).

6.4.1.5 Prozessfaktor *Industrieller Holzbau (C)*

Um die technischen Randbedingungen und Einflüsse der Mechanisierung und Automatisierung abzubilden, ist eine detaillierte Betrachtung des Prozessfaktors *Industrieller Holzbau (C)* erforderlich. Dieser wird vor allem durch die technischen Randbedingungen gebildet, welche einerseits durch die Systeme sowie der zugehörigen Vorfertigung mit den einzelnen Fertigungsstufen bestimmt und andererseits maßgeblich durch die Entwicklungen und die dabei auftretenden Hemmnisse beeinflusst werden.

Die Potenzialkriterien für den Prozessfaktor *Industrieller Holzbau (C)* sind in nachfolgendem Bild 6.31 zusammengefasst.

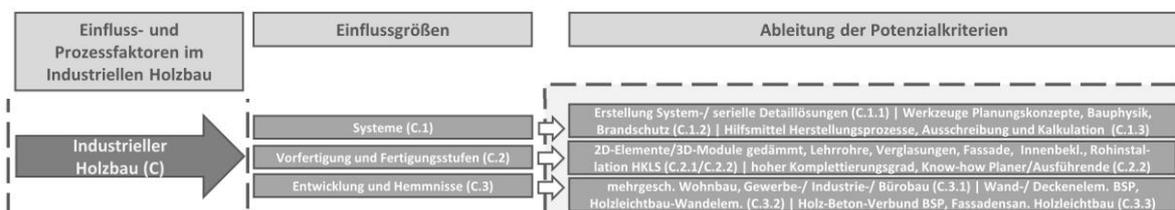


Bild 6.31 Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Industrieller Holzbau (C)

Die Einflussgröße Systeme (C.1) weist grundsätzlich Potenzialkriterien auf, welche durch die technische *Weiterentwicklung bzw. der Erstellung von Systemlösungen* und *seriellen Detaillösungskonzepten* bestehen (C.1.1). Für die Umsetzung bzw. Nutzung dieser bedarf es (einfacher) *Werkzeuge für Planungskonzepte* sowie auch in den technischen Feldern der *Bauphysik* und des *Brandschutzes* (C.1.2) *Hilfsmittel*, um die Potenziale von Systemlösungen nutzbar zu machen. Ergänzend zu den planerischen Werkzeugen bilden *Hilfsmittel für die Herstellungsprozesse* einerseits sowie für die *Ausschreibung* und darauf aufbauende *Kalkulation* (C.1.3) andererseits die grundsätzlichen Potenzialkriterien im Industriellen Holzbau ab (Vgl. Frage 5.3.12 – Bild 6.17).

In Ergänzung dazu sind die Einflussgrößen *Vorfertigung und Fertigungsstufen* (C.2) wesentliche Potenzialkriterien in den Herstellungsprozessen, da sie die optimierte produktionstechnische Umsetzung der geplanten Systemlösungen umfassen. Das Potenzial in der Fertigungstiefe wird seitens der Experten (Vgl. Frage 5.3.12) bei der *2D-Elementbauweise* durch beplankte und *gedämmte Elemente* gesehen, welche bereits mit eingebauten *Leerrohren* und *Verglasungen* (Fenster) sowie mit fertigen *Fassaden* und *Innenbeplankungen* vorgefertigt werden (C.2.1). Das Potenzial in der *3D-Modulbauweise* liegt ebenso in *gedämmten* und *verglasten Modulen*, welche sowohl die *Fassade* als auch die *Innenbekleidung* integriert haben und zusätzlich noch die *Rohinstallation für die HKLS-Einheiten* aufweisen (C.2.2). Dieser *hohe Komplettierungsgrad* kann lediglich durch *Systemlösungen* erreicht werden, wobei erhebliches Potenzial vor allem im *Know-how der Planer*, als auch der *Ausführenden* liegt (C.2.3)

(Vgl. Frage 5.5.3 – Bild 5.42). Die Herstellung von Systemlösungen erlaubt es, Elemente mit einem hohen Komplettierungsgrad projektunabhängig vorzuproduzieren, um die Produktionsplanung lediglich teilweise von der Auftragslage abhängig zu machen.

Als Randbedingung zu den genannten Einflussgrößen des Industriellen Holzbaus ist die Einflussgröße *Entwicklung und Hemmnisse (C.3)* zu verstehen, welche einerseits durch das vorhandene *Potenzial im mehrgeschossigen Wohnbau, dem Gewerbe- und Industriebau sowie dem Büro- bau liegt (C.3.1)* (Vgl. Frage 5.3.2 – Bild 6.11). Das Potenzial wird gemäß den Befragten vor allem im Bereich der *(Weiter-)Entwicklung von Wand- und Deckenelementen aus Brettspertholz* gesehen, sowie auch bei *Holzleichtbau-Wandelementen* ausgemacht (C.3.2). Des Weiteren erkennen die Befragten die *Weiterentwicklung von Holz-Beton-Verbundsystemen mit Brettspertholz* neben der *Fassadensanierung mit Holzleichtbauelementen (C.3.3)* als Potenziale an (Vgl. Frage 5.3.10 – Bild 6.13).

6.4.1.6 Prozessfaktor *Ausschreibung, Kosten, Kalkulation (D)*

Den bauwirtschaftlichen Rahmen für die Umsetzung im Bauwesen, wie auch im Holzbau, bilden die Themenfelder *Ausschreibung, Kalkulation und Kosten*. Diese maßgeblichen Einflussgrößen bestimmen einerseits die Umstände, wie die technische Umsetzung erfolgt, andererseits stellen sie die Entscheidungsgrundlage für die Umsetzung und auch die Baustoffwahl sowie Entscheidung für ein Bausystem dar.

Diese nachfolgend erläuterten Potenzialkriterien für den Prozessfaktor *Ausschreibung, Kosten, Kalkulation (D)* sind in nachfolgendem Bild 6.32 zusammengefasst dargestellt.

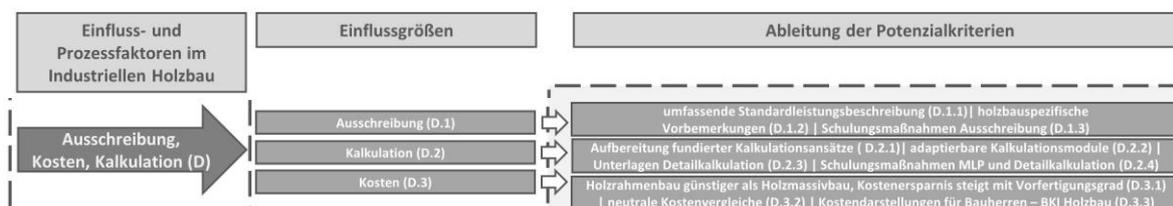


Bild 6.32 Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Ausschreibung, Kosten, Kalkulation (D)

Die Einflussgröße *Ausschreibung (D.1)* wird nach Ansicht der Experten durch Hilfsmittel und Vorgaben sowie durch spezifische Weiterbildung beeinflusst (Vgl. Frage 6.1.4 – Bild 6.16). Demnach besteht das Potenzial in einer *umfassenden*, sämtliche Bereiche des Holzbaus abdeckenden *Standardleistungsbeschreibung (D.1.1)*, in ausführlichen *holzbauspezifischen Vorbemerkungen (D.1.2)* sowie in gezielten *Schulungsmaßnahmen im Bereich von Ausschreibungen (D.1.3)*.

Aufbauend auf die Ausschreibung hat die Einflussgröße *Kalkulation (D.2)* die Aufgabe, die beschriebene Leistung hinreichend genau finanziell zu bewerten. Hierzu sind gemäß den Befragten *fundierte Kalkulationsansätze (D.2.1)* erforderlich, welche in *vorgegebenen, leicht adaptierbaren Kalkulationsmodulen (D.2.2)* eingesetzt eine wirtschaftlich gerechtfertigte Preisbildung erlauben. Für die operative Durchführung der Kalkulation besteht das Potenzial im Vorhandensein von *Unterlagen zur Detailkalkulation, welche mit Beispielen untermauert sind (D.2.3)*. Wie auch im Bereich der Ausschreibung sind in der Kalkulation *Schulungsmaßnahmen* notwendig, welche das *Thema Mittellohn* und die eigentliche *Detailkalkulation (D.2.4)* umfassen (Vgl. Frage 6.3.3 – Bild 6.18).

Letztendlich bietet die Einflussgröße *Kosten (D.3)* Potenziale im Holzbau, welche bei neutraler Betrachtung nutzbar gemacht werden können. Es zeigt sich gemäß den Befragten, dass der *Holzrahmenbau tendenziell günstiger* erscheint, als der *Holzmassivbau*. Dabei steigt die *Kostensparnis mit dem Vorfertigungsgrad* kontinuierlich an (*D.3.1*). Allerdings besteht im Rahmen der Kostenplanung das Potenzial für den Holzbau vor allem in *neutralen Kostenvergleichen* auf vergleichbarer Basis (*D.3.2*). Für die Entscheidungsträger ist es notwendig, die bestehenden *Kostendaten* in den einzelnen Projektphasen *zusammenzufassen* und in speziellen Darstellungen für den Bauherrn (bzw. Investor) in Form eines *Baukosteninformationssystems* (bspw. BKI) (*D.3.3*) übersichtlich und hinreichend genau darzustellen (Vgl. Frage 5.2.3 – Bild 6.17).

6.4.1.7 Prozessfaktor *Bauvertragswesen, Geschäftsmodelle (E)*

Ergänzend zu ausschreibungstechnischen und finanziellen Prozessfaktoren wird der bauwirtschaftliche Rahmen noch durch den Prozessfaktor des *Bauvertragswesens* und den zugehörigen *Geschäftsmodellen* gebildet. Dieser Rahmen besteht einerseits aus unterschiedlichen Unternehmenseinsatzformen, den Geschäftsmodellen und möglichen Kooperationsausprägungen und auch aus dem Feld der Personalentwicklung, welches die operative Umsetzung der technischen Systeme und bauwirtschaftlichen Konzepte zulässt.

Für den Prozessfaktor *Ausschreibung, Kosten, Kalkulation (D)* sind diese Potenzialkriterien in nachfolgendem Bild 6.33 dargestellt.

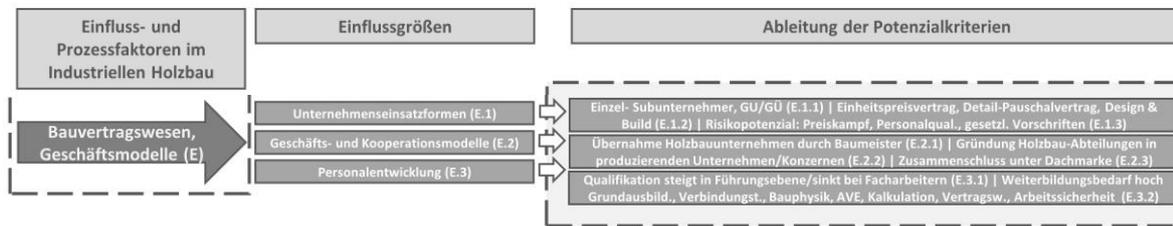


Bild 6.33 Ausschnitt Ableitung Potenzialkriterien – Prozessfaktor Bauvertragswesen, Geschäftsmodelle (E)

Daher bestimmt die Einflussgröße *Unternehmenseinsatzform (E.1)* das sich daraus ableitende Potenzial. Aufgrund der bisherigen klassischen Vertragskonstellationen im Holzbau in Form des *Einzelunternehmers bzw. Subunternehmers* kommt durch die technische Weiterentwicklung und die größeren Leistungsumfänge der Holzbau verstärkt in die *Position des Generalunternehmers bzw. -übernehmers (E.1.1)*, was auch die Experten bestätigen (Vgl. Frage 7.1.1 – Bild 5.61). Die vertragliche Konstellation bietet den Unternehmen gemäß den Befragten (Vgl. Frage 7.1.3 – Bild 6.19) das Potenzial nach wie vor im *Einheitspreisvertrag*, aber auch im *Detail-Pauschalvertrag* sowie in *Design & Build-Modellen (E.1.2)*. Das größte Potenzial für Risiko besteht hingegen im *Preiskampf* zwischen den Unternehmen und dem bestehenden *Wettbewerb am Markt*, welcher durch die *Qualifikation des Personals* sowie die gesetzlichen Vorschriften ergänzt wird und das Risiko noch verstärkt (*E.1.3*) (Vgl. Frage 7.1.6 – Bild 6.20).

Weitere Potenziale bestehen im Bereich der Einflussgröße *Geschäfts- und Kooperationsmodelle (E.2)* den Experten zufolge (Vgl. Frage 7.2.2 – Bild 6.21) durch die *Übernahme von Holzbauunternehmen durch* (klassische) *Baumeister (E.2.1)*, welche Kompetenz in der Abwicklung großer Projekte mit zahlreichen Beteiligten haben. Ergänzend hierzu wird das Potenzial vor allem in Geschäftsmodellen gesehen, bei welchen die *Gründung von Holzbau-Abteilungen in produzierenden Unternehmen* (der Holzwirtschaft), aber auch in *Konzernen* (der Bauindustrie) (*E.2.2*) vorangetrieben werden (Vgl. Frage 7.2.3 – Bild 6.22). Zusätzlich sehen die Experten das Potenzial für den Holzbau in *Zusammenschlüssen von Holzbauunternehmen unter einer Dachmarke* (Vgl. Frage 7.2.4 – Bild 6.23), welche gemeinsam auftreten und dadurch größere Holzbauprojekte finanziell und organisatorisch abwickelbar machen (*E.2.3*).

Die Einflussgröße *Personalentwicklung (E.3)* bildet die Basis für die Umsetzbarkeit, aber auch die Weiterentwicklung und bedarf daher geeigneter Humanressourcen. Zuzufolge der Befragten (Vgl. Frage 8.1.2 – Bild 5.65) steckt das Potenzial vor allem in der Höherqualifikation aller Beteiligten, wobei die Qualifikation der Führungskräfte und Personen in leitenden Positionen tendenziell steigt, hingegen jene von Facharbeitern und Personen darunter sinkt (*E.3.1*). Wesentlich scheint in diesem Zusammenhang die Aussage zum Weiterbildungsbedarf, welcher neben der *Grundausbildung im Holzbau* und den technischen Feldern der *Statik, Verbindungstechnik,*

Bauphysik auch im Bereich der *Ausschreibung*, *Kalkulation*, dem *Vertragswesen* und der *Arbeitssicherheit* angesiedelt ist und hierbei Potenzial birgt (E.3.2) (Vgl. Frage 8.1.3 – Bild 5.66).

6.4.2 Gewichtung und Bewertung der Potenzialkriterien

Die Ableitung eines Referenzmodells für den Holzsystembau erfolgt anhand der im Rahmen der übergeordneten Umfrage erhobenen Aussagen von Experten zu den bestehenden Potenzialen in unterschiedlichen Themenfeldern des Holzbaus. Des Weiteren werden diese Einschätzungen mit den Ergebnissen und Erkenntnissen der zahlreichen am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft zwischen dem Jahr 2012 und 2017 durchgeführten Forschungsprojekte, Arbeitsstudien und zusätzlich getätigten Expertenbefragungen verglichen, welche durch den Verfasser initiiert, hauptverantwortlich gesteuert und gemeinsam mit Projektmitarbeitern umgesetzt wurden. Sie stellen demnach sowohl in Kombination als auch Korrelation sämtlicher Aussagen und Schlüsse aus jenen Forschungsprojekten und Untersuchungen für dieses Forschungsvorhaben die Basis für die in den folgenden Abschnitten dargestellte Gewichtung und Bewertung der einzelnen Potenzialkriterien dar.

Die dabei zugrunde liegende Aufteilung der Kriterien basiert wiederum, wie in Kap. 6.4.1 auf der Einteilung in die Einflussfaktoren (I, II) und Prozessfaktoren (A, B, C, D, E). Sämtliche genannten Potenzialkriterien des vorangegangenen Abschnittes werden an dieser Stelle einer Gewichtung sowie darauf aufbauend einer zeitlichen Bewertung auf den vier unterschiedlichen Ebenen des Bauprozessmanagements – strategische, organisatorische, operative und technologische Ebene – unterzogen, um daraus die maßgeblichen Einflussgrößen je befragter Gruppe bzw. der zugehörigen Position im Unternehmen abzuleiten und deren Auswirkung sowie Handlungsbedarfe einerseits in ihrer Wichtigkeit und andererseits zeitlich auf die unterschiedlichen Ebenen des Bauprozessmanagements hin zu generalisieren. Aufgrund dieser Bewertung wird es möglich, die technisch-bauwirtschaftlichen Maßnahmen unter Einbeziehung der Geschäftsprozesse zu definieren, um die Auswirkungen und Handlungsbedarfe im Bauprozessmanagement des Holzbaus zu verankern.

6.4.2.1 Verifizierbarkeit der Gewichtung und Bewertung der Einfluss- und Prozessfaktoren

Das erhobene Potenzial einzelner Einfluss- und Prozessfaktoren bildet die Grundlage für die Modellbildung. Zur Darstellung eines differenzierten Bildes wurden zusätzliche Auswertungen der übergeordneten Umfrage vorgenommen, welche eine Verdeutlichung von Gruppenunterschieden zulassen. Dabei wurde untersucht, ob sich das Antwortverhalten der Vertreter der vier befragten Gruppen voneinander unterscheidet.

Für die weitere Modellbildung ist es daher notwendig, eine spezifizierte Auswertung nach Gruppen vorzunehmen, um einerseits die deckungsgleichen, und andererseits vor allem die unterschiedlichen Angaben der Experten in einzelnen Bereichen zu filtern. Um etwaige signifikante Unterschiede zu ermitteln, wurden statistische Tests durchgeführt bzw. Kontingenzmaße berechnet.

Zur Verifikation von Gruppenunterschieden bei Variablen mit ordinalem Skalenniveau wurden *Kruskal-Wallis-Tests*¹³³⁵ notwendig, welche in weiterer Folge zur Überprüfung bzw. für gruppenweise Vergleiche *Bonferroni-Post-Hoc-Tests*¹³³⁶ unterzogen wurden. Dieser erlaubt einen Rückschluss darauf, welche Gruppen sich in ihrem Antwortverhalten signifikant voneinander unterscheiden. Bei einigen wenigen Fragen wurde anstelle dieses Testverfahrens die Überprüfung des Zusammenhangs der befragten Kategorien mit dem Kontingenzmaß *Cramérs V*¹³³⁷ vorgenommen, da in diesen Fällen die abhängige Variable nominal skaliert ist und sich der Kruskal-Wallis-Test daher nicht eignet. Zusätzlich wurden im Falle einiger Fragen graphische Analysen unter Berücksichtigung der Auswertungen und graphischen Darstellungen im Excel vorgenommen.

Unter Zuhilfenahme dieser Testverfahren, Kontingenzmaße und graphischen Analysen wurden jene Fragen, welche in der Potenzialanalyse als wesentliche Kriterien gefiltert wurden, näher betrachtet, um daraus die Gewichtung aufgrund der Unterschiedlichkeit in den Aussagen sowie die darauf aufbauende Bewertung vornehmen zu können.

6.4.2.2 Gewichtung und Bewertung Einflussfaktor *Unternehmen und Markt (I)*

Die in Kap. 6.4.1.1 dargestellten Potenzialkriterien innerhalb der Einflussgrößen *Unternehmensstruktur (I.1)*, *Märkte und Ziel (I.2)* sowie *Ausgangslage (I.3)* wurden anhand der Umfrage erhoben. Dabei zeigen sich differenzierte Aussagen, da die Fragen zu den einzelnen Einflussgrößen an unterschiedliche Gruppe mit variierenden Tätigkeitsbereichen gestellt wurden.

¹³³⁵ Der Kruskal-Wallis-Test stellt ein statistisches Testverfahren dar, welches die Homogenität und Signifikanz der Übereinstimmung von Verteilungen testet. Er zielt darauf ab, die Übereinstimmung der Einzelverteilung im Vergleich zur Grundgesamtheit zu überprüfen. Dieser Test kann bei mehr als zwei Variablen eingesetzt werden, um den Rang der Aussagen in den einzelnen Gruppen zu definieren und deren Unterschiede zu kennzeichnen. Die ordinale Skalierung (rangordnungsspezifische Nominal-Information) von abhängigen Variablen bildet die Basis für diesen Test. Unter Zuhilfenahme des Kruskal-Wallis-Tests ist eine Filterung signifikanter Daten von mehr als zwei Gruppen möglich, um die Stichproben auf deren Varianz zu überprüfen. Vgl. ECKSTEIN, P. P.: *Angewandte Statistik mit SPSS – Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler*. S. 149 und DU PREL, J.-B. et al.: *Auswahl statistischer Testverfahren*. In: *Deutsches Ärzteblatt*, Nr. 19/107. Jahrgang/14.Mai 2010. S. 345

¹³³⁶ Der Bonferroni-Post-Hoc-Test ist ein statistisches Testverfahren, welches durch den paarweisen Mittelwertvergleich Aussagen zu signifikanten Unterschieden von Mittelwerten gibt, wobei dieser bei wenigen Paarvergleichen eine höhere Aussagekraft hat. Dieser Mittelwerttest ist für den Mehrfachvergleich von Daten aufbauend auf einem Signifikanztest (bspw. Kruskal-Wallis-Test) erforderlich, um eine Aussage zu gruppenweisen Vergleichen zuzulassen. Vgl. ECKSTEIN, P. P.: *Angewandte Statistik mit SPSS – Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler*. S. 141 ff und <http://www.statistik-und-beratung.de/2015/01/welcher-post-hoc-test-ist-der-richtige/>. Datum des Zugriffs: 13.April.2018

¹³³⁷ Cramérs V ist ein Kontingenzmaß, für zwei nominale bzw. ein nominales und ein ordinale Merkmal und stellt ein statistisches Zusammenhangmaß dar, welches einheitenunabhängig die Ranghäufigkeiten normiert. Vgl. ECKSTEIN, P. P.: *Angewandte Statistik mit SPSS – Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler*. S. 178 ff

Gruppenunterschiede *Unternehmensstruktur* (I.1)

Die Einflussgrößen aus der *Unternehmensstruktur* beinhalten in diesem Zusammenhang keine Potenzialkriterien und wurden daher auch keiner weiteren Analyse unterzogen. Sie werden dennoch als Prozessfaktoren (E.2) im weiteren Verlauf berücksichtigt.

Gruppenunterschiede *Märkte und Ziel* (I.2)

Die Fragen zum Entwicklungspotenzial (Vgl. Frage 2.1.3 – Bild 6.5) unterschiedlicher Kategorien und Einsatzfelder wurden an die Vertreter der vier befragten Gruppen – Planung (A), Ausführung (B), Auftraggeber (C) und Andere (D) – gerichtet. Im Zuge der Fragenbeantwortung gab eine variierende Anzahl an Personen der unterschiedlichen Kategorien Auskunft zu diesen Fragen. Die spezifische Gruppenauswertung zu den Potenzialen der unterschiedlichen Anwendungsbereiche, wie *mehrgeschossiger Wohnbau, Gewerbe- und Industrie, Bürobau* sowie *öffentlicher Bildungsbauten* (I.2.1), ergibt dabei verschiedene Sichtweisen.

In der Kategorie Neubau wird das Entwicklungspotenzial des mehrgeschossigen Wohnbaus von den Planern etwas höher eingeschätzt als von den Ausführenden und den Auftraggebern. Die Gruppe Andere sieht in diesem Bereich ein deutlich geringeres Potenzial als der Durchschnitt. Im Bereich der öffentlichen Bauten des Bildungssektors sieht die Gruppe Auftraggeber das Potenzial jedoch als wesentlich größer an, als die Planer, die Ausführenden sowie die Gruppe Andere. Der Gewerbe- und Industriebau wird von allen vier Gruppen gleichermaßen als Potenzial angesehen. Die Kategorie Bürobau wird hingegen von der Gruppe Andere geringer als von den Auftraggebern, sowie den Ausführenden eingestuft. Die Planer sehen ein deutlich größeres Potenzial als der Durchschnitt.

Die weiteren Kategorien Umbau und Sanierung weisen ähnliche Unterschiede in den einzelnen Gruppen auf, wobei die Prozentsätze deutlich unter jenen der Kategorie Neubau liegen und an dieser Stelle somit entsprechend weniger Potenzial gesehen wird. Es ist jedoch tendenziell feststellbar, dass die Kategorie Umbau von der Gruppe Andere teilweise mit einem ähnlich hohen Potenzial wie der Neubau eingestuft wird.

Bei Betrachtung der 2D-Elementbauweise und dessen künftiges Potenzial andere Bauweisen zu substituieren (Vgl. Frage 5.3.3 – Bild 6.12), zeigt sich, dass den Tests zufolge keine signifikanten Unterschiede im Antwortverhalten der Gruppen auftreten. Es zeigen sich allerdings innerhalb der Stichprobe für einzelne Einträge der Frage, Unterschiede der drei befragten Gruppen Planung, Auftraggeber und Andere, wobei der Stichprobenumfang der Auftraggeber sehr gering und damit kaum interpretierbar ist. Dennoch wird erkennbar, dass die Gruppe der Planer den Holzbau eher weniger als Substitution der Skelettbauweise aus Beton sowie der monolithischen Betonbauweise sieht, diese jedoch künftig zunehmen wird. Die Gruppe Andere sieht an dieser Stelle künftig kein gesteigertes Potenzial

in der Substitutionsmöglichkeit, was auch für die Kategorie der Ziegelbauweise zutrifft.

Die Frage nach der Substitution herkömmlicher Bauweisen durch die 3D-Modulbauweise und dessen spezifische Auswertung je Gruppe zeigt, dass die Planer vor allem für den Betonskelettbau sowie die Ziegelbauweise eine geringere Möglichkeit sehen als die Gruppe der Anderen (Vgl. Frage 5.3.4). Die Sandwichbauweise wird künftig von den Planern noch stärker als Substitution herkömmlicher Bauweisen gesehen als von den Anderen.

Gruppenunterschiede *Ausgangslage (I.3)*

Diese Einflussgröße lässt sich durch die Vor- und Nachteile betreffend einzelner Aspekte des Holzbaus darstellen und daraus Potenzialkriterien sowie deren Auswirkungen ableiten. Um ein umfassendes Bild darüber zu erhalten, wurde diese Frage 2.2.1 an alle Vertreter der vier Gruppen – Planung, Ausführung, Auftraggeber und Andere – gestellt. Dabei zeigt sich ein unterschiedliches Antwortverhalten zu den *Vorteilen (I.3.1)* sowie den *Nachteilen (I.3.2)*, welches gemäß den durchgeführten Tests jedoch keine signifikanten Unterschiede ergibt. Die Gruppe Andere sieht das umweltfreundliche Image mit der CO₂-Thematik und den Einsatz eines nachwachsenden Rohstoffes mit einem geringeren Vorteil versehen, als dies durch die Planer und Ausführenden erfolgt. Die Verwendung eines heimischen Produktes sehen die Planer und Ausführenden eher als Vorteil, als dies durch die Gruppe Andere der Fall ist, was sich auch beim Thema Raumklima in ähnlicher Form darstellt. Die Vorfertigungsmöglichkeiten werden am stärksten durch die Gruppe der Ausführenden als Vorteil verstanden, wohingegen das Thema Bauzeiteinhaltung über alle Gruppen hinweg gleichermaßen als Vorteil verstanden wird.

Der Koordinationsaufwand im Holzbau wird vor allem von den befragten Auftraggebern und Ausführenden als nachteilig eingestuft. Der Planungsaufwand im Holzbau wird als genereller Nachteil gesehen. Allerdings sieht die Gruppe Andere diesen mit einem deutlich höheren Nachteil behaftet, als dies durch die Ausführenden und Planer erfolgt, welche die eigentliche Planung durchführen und koordinieren. Als Nachteil wird auch der Ausschreibungsaufwand im Holzbau eingestuft, was durch die Auftraggeber als sehr nachteilig bzw. nachteilig eingestuft wird und dennoch etwas besser bewertet wird, als durch die Planer, welche die Ausschreibungen für die Auftraggeber durchführen.

Gewichtung und Bewertung Einflussfaktor *Märkte und Ziele*

Aufbauend auf der Auswertung des Antwortverhaltens unterschiedlicher Gruppen innerhalb der übergeordneten Umfrage sowie den Erkenntnissen aus den Forschungsprojekten, der durchgeführten Arbeitsstudien und einzelnen zusätzlich durchgeführten Expertenbefragungen kann die Gewichtung und Bewertung der einzelnen Potenzialfaktoren für die drei betrachteten Sphären vorgenommen werden.

chen Einflusses in der Planung gleichermaßen zutrifft. Die genannten Vorteile des Holzbaus haben auf die Sphäre der Ausführung (SP-A) ebenso eine *große* Auswirkung, da es dieser ermöglicht wird, die bestehenden Vorteile für sich in der Ausführung zu Nutze zu machen. Die offenkundigen Nachteile haben für diese Sphäre lediglich *kleine* Auswirkungen, da sie eher den Aufwand für die Planung und Ausschreibung höher einschätzen als bei anderen Bauweisen, die Ausführungssphäre jedoch diese Aufgaben im Allgemeinen nicht bzw. nur zum Teil übernimmt.

Eine zeitliche Einordnung der Auswirkungen bzw. der Bewertung für die unterschiedlichen Sphären erscheint nicht sinnvoll und wird demnach nicht vorgenommen.

6.4.2.3 Gewichtung und Bewertung Einflussfaktor *Entwicklung (II)*

Der Einflussfaktor *Entwicklung (II)* ist aus den Einflussgrößen *Entscheidungsgrundlage (II.1)*, *Entwicklungen an sich (II.1)* sowie *Chancen und Risiken (II.2)* zusammengesetzt. Die Fragen zu diesen Themengebieten wurden in der Umfrage von unterschiedlichen Gruppen beantwortet, wodurch sich eine differenzierte Aussage ableiten lässt.

Gruppenunterschiede *Entscheidungsgrundlage (II.1)*

Die Motivationen, Gebäude aus Holz zu errichten, wurden im Rahmen der Frage 2.1.1 von der Gruppe Planung, Auftraggeber und Andere auf deren Wichtigkeit hin bewertet (Vgl. Bild 5.24). Dabei wurden durch die Befragten vor allem die Nachhaltigkeitsaspekte, welche sich durch die *CO₂-Thematik* und den *Klimaschutz* darstellen (*II.1.1*), der *(Bau-)Zeitvorteil (II.1.2)*, die *Vorfertigung und Präzision (II.1.3)* sowie die *höhere Ausführungsqualität als im mineralischen Massivbau (II.1.4)* als sehr wichtige Motivationsfaktoren zur Entscheidung für einen Holzbau angeführt. Die Verwendung nachwachsender Rohstoffe wird hingegen von allen Befragten als eher unwichtig eingestuft.

Der im Rahmen der Auswertung durchgeführte Test zu dieser Frage ergab einen signifikanten Unterschied in den Gruppenbewertungen, wobei dies den Bereich der höheren Ausführungsqualität betrifft. Die Planer sehen diesen Eintrag als wichtiger an, als dies durch die beiden andere Gruppen erfolgt. Innerhalb der vorliegenden Stichprobe treten dennoch weitere Unterschiede auf, ohne dabei signifikant zu werden. Dies trifft für Nachhaltigkeitsaspekte zu, welche von der Gruppe Andere noch höher bewertet wurden, als durch die übrigen Gruppen. Die Themen Architektur und gestalterische Möglichkeiten werden zwangsläufig aufgrund der Profession von den Planern als wesentlich wichtiger erachtet, wohingegen vor allem die Auftraggeber dieses Thema lediglich als teilweise wichtig und sogar unwichtig einstufen. Die höhere Ausführungsqualität im Vergleich zum mineralischen Massivbau wird von der Gruppe Planung ebenso eher als sehr wichtig im Vergleich zur Gruppe der Auftraggeber bewertet, welche diesen

Aspekt zum Großteil sogar als unwichtig kategorisieren. Im Gegensatz dazu sind Kostenvorteile für die Auftraggeber konsequenterweise als sehr wichtig eingestuft, wohingegen diese Aspekte von den Planern zum Großteil lediglich als teilweise wichtig eingestuft werden. Der Bauzeitvorteil ist für die Auftraggeber wichtiger als für die anderen Gruppen, was auch für die Vorfertigung und Präzision gilt. Den Trend in der Branche sieht hingegen die Gruppe der Auftraggeber im Vergleich zu den Planern und Anderen als sehr wichtige Motivation an, Gebäude aus Holz zu errichten.

Gruppenunterschiede *Entwicklungen* (II.2)

Diese Einflussgröße ergab im Zuge der Frage 5.5.3 (Vgl. Bild 5.42) zu den größten Einflüssen auf den *Komplettierungsgrad*, dass die *Entwicklung bzw. das Vorhandensein von Systemlösungen für die 2D-Element- und die 3D-Modulbauweise (II.2.1)* als wesentliches Potenzial zu sehen ist. Die Angaben hierzu wurde durch die Gruppe Planung, Ausführung und Andere vorgenommen, wobei die Gruppe der Planer und Anderen den Einfluss von Systemlösungen auf den Komplettierungsgrad innerhalb der 2D-Elementbauweise etwas höher einschätzen, als dies durch die Ausführenden erfolgt. In der 3D-Modulbauweise sehen die Ausführenden und Anderen den Einfluss von Systemlösungen höher an, als jene der Planer. Die Frage zum *Einfluss der Montagetechnik auf den Projekterfolg (II.2.2)* wurde lediglich durch die Gruppe Ausführung beantwortet, wodurch sich keine differenzierte Aussage ableiten lässt (Vgl. Frage 4.4.2). Dennoch zeigt sich, dass gemäß den Befragten die Themen *Vorfertigungsgrad, Toleranzen, Exaktheit in der Vorfertigung, Ladenreihenfolge* sowie *Montageplanung* den größten Einfluss auf den Projekterfolg haben (Vgl. Bild 5.30). Die Gruppe Ausführung wurde ebenso zu den *Einflüssen der Verbindungstechnik im Rahmen des Projekterfolges (II.2.3)* befragt (Vgl. Frage 4.4.4 – Bild 5.32). Dabei gaben diese an, dass vor allem *komplexe Anschlussdetails* bzw. deren *Geometrie*, die *statischen Detailvorgaben gemäß Ausführungsplanung*, der *große Materialmix* auf der Baustelle, die *bauphysikalischen Detailvorgaben gemäß Ausführungsplanung*, die *Verschiedenartigkeit der Verbindungsmittel* sowie die *Entwicklung ganzheitlicher Systemverbinder* wesentlich zum Projekterfolg beitragen.

Gruppenunterschiede *Chancen und Risiken* (II.3)

Diese Einflussgröße setzt sich aus den *Chancen bzw. dem Potenzial von Akzeptanzsteigerungsmaßnahmen im Holzbau (II.3.1)* sowie dem damit verbundenen *Risiko bzw. nicht vorhandenem Potenzial (II.3.2)* zusammen. Dabei wurde die Frage 2.1.4 zu den akzeptanzsteigernden Maßnahmen und dessen Potenzial im Holzbau an die Gruppe Planung, Auftraggeber und Andere gestellt.

Die differenzierte Auswertung ergibt einen signifikanten Unterschied, welcher sich auf die Harmonisierung der Normungsaktivitäten bzw. Kooperation der Akteure bezieht. Hierbei zeigt sich, dass die Planer ein wesentlich höheres Potenzial sehen, als die Auftraggeber und die Anderen. Innerhalb

Einflussgröße Entscheidungsgrundlage (II.1)

In der Sphäre Planung (SP-P) stellen sich die Auswirkungen der Potenzialkriterien zu den Entscheidungsgrundlagen durchwegs als *groß* dar, da diese Sphäre die Entscheidungsgrundlage für die Auftraggeber vorbereitet bzw. gemeinsam mit diesen die Entscheidungen trifft. Lediglich im Falle der höheren Ausführungsqualität ist aufgrund der grundsätzlichen Baustoffwahl durch den Auftraggeber die Auswirkung als *mittel* einzustufen. In der Sphäre Ausführung (SP-A) stellen diese Gesichtspunkte ebenso eine *große* Auswirkung dar, da ein unmittelbarer Einfluss auf deren Umsetzungsprozesse besteht. Lediglich die Aspekte der Nachhaltigkeit haben auf diese Sphäre aufgrund der geringen Beeinflussbarkeit der Ausführenden eine *kleine* Auswirkung. Für die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) haben diese ähnlich wie für die Sphäre Planung aufgrund ihres Einflusses in der Entscheidungsbildung beim Auftraggeber eine *große* Auswirkung, im Falle der Nachhaltigkeitsaspekte eher eine *mittlere* Auswirkung.

Einflussgröße Entwicklungen (II.2)

Für die Sphäre Planung (SP-P) bestehen durch die Entwicklung von Systemlösungen *große* Auswirkungen, da sie durch die geänderte Herangehensweise unmittelbare Bedeutung in der Planung erlangen. Die Auswirkungen auf den Projekterfolg durch die zugrunde liegende Montage- und Verbindungstechnik sind hingegen für diese Sphäre als *mittel* einzustufen, da diese eher die Baustellen-, denn die Planungsprozesse betrifft. Demgegenüber bestehen für die Sphäre Ausführung (SP-A) als auch die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) *große* Auswirkungen dieser Entwicklungen, da eine Anpassung der Ausführungsprozesse und internen Abläufe die Voraussetzung in der Umsetzung bildet.

Einflussgröße Chancen und Risiken (II.3)

Die Auswirkungen der Chancen und auch Risiken sind für die Sphäre Planung (SP-P) als *groß* einzustufen, da die Planer die politischen Rahmenbedingungen und ökologischen Anforderungen an die Gebäude in der Planung zu berücksichtigen haben. Für die Sphäre Ausführung (SP-A) bestehen hingegen aufgrund ihrer geringen Beeinflussbarkeit *kleine* Auswirkungen. In der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) haben die Chancen *große* und die Risiken *mittlere* Auswirkungen, da diese Sphäre durch die selbst entwickelten Systemlösungen und deren Planungskompetenz durch die politischen Rahmenbedingungen lediglich teilweise beeinflusst wird.

6.4.2.4 Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor *Planung* (A)

Die Einflussgrößen *Planungsprozesse* (A.1), *Kooperationsmodelle* (A.2) sowie *BIM – Building Information Modeling* (A.3) bilden gemeinsam den

Prozessfaktor *Planung* ab. Da die Umfrage das Thema Planung im Speziellen nicht gesondert umfasst hat, wird dieses Thema im Zuge der Gewichtung und Bewertung dieser Prozessfaktoren sowie den zugehörigen Potenzialkriterien anhand einer separat durchgeführten Expertenbefragung analysiert. Diese Expertenbefragung umfasste zwar unterschiedliche Gruppen aus dem Bereich Planung und Ausführung, beinhaltet jedoch keine dezidierten separaten Aussagen dieser Gruppen. Dennoch lassen sich aufgrund der Zusammenhänge mit weiteren Forschungsprojekten und externen Studien daraus Potenzialkriterien für die Planung im Holzbau ableiten, um in der weiteren Modellbildung adäquat berücksichtigt zu werden.

Detaillierte Betrachtung *Planungsprozesse (A.1)*

Die Einflussgrößen der *Planungsprozesse (A.1)* leiten sich aus der Frage 2.5 bzw. 2.6 der genannten separat an der TU Graz durchgeführten Expertenbefragung zu Planungsprozessen im Holzbau ab, welche Angaben zu den Möglichkeiten der Vermeidung von Informationsverlusten¹³³⁸ bzw. den daraus entstehenden Verzögerungen¹³³⁹ erfasst. Dabei kann durch Forcierung einer integralen Planung eine Optimierung des Planungsprozesses mit einer einhergehenden Verbesserung der Kommunikation unter den Beteiligten erreicht werden, wobei für die Umsetzung derartiger Planungsmethoden fachkundiges und erfahrenes Personal eine unbedingte Voraussetzung darstellt (A.1.1). Die Auswirkung einer *frühzeitigen Einbeziehung* von Fachplanern des Holzbaus stellt sich gemäß Frage 2.9 dieser Befragung durch eine *erhöhte Planungs- sowie Ausführungsqualität* ebenso dar, wie durch einen *reibungslosen Planungsprozess*, durch welchen die *Baukosten* positiv im Sinne einer Reduktion selbiger beeinflusst werden können (A.1.2).

Detaillierte Betrachtung *Kooperationsmodelle (A.2)*

Die Einflussgröße *Kooperationsmodelle (A.2)* wird aus der Eignung unterschiedlicher Modelle der Zusammenarbeit gebildet, wobei auch diese aus den Ergebnissen der separaten Expertenbefragung abgeleitet werden können. Dabei wird einerseits in die *Kooperationsmodelle zwischen einzelnen Planern* gemäß Frage 2.14 (A.2.1)¹³⁴⁰ und in das *Zusammenwirken von Planern und Ausführenden (A.2.2)* unterschieden (Vgl. Frage 2.13)¹³⁴¹. Es zeigt sich dabei, dass die Zusammenarbeit in Form der *kooperativen Projektabwicklung* zwischen Planung und Ausführung sowie zwischen den Planenden im Rahmen einer *integralen Planung* als Potenzial für die positive Abwicklung von Projekten im Holzbau betrachtet wird. Die Experten geben dabei an, dass vor allem die integrale Planung als geeignetes *Kooperationsmodell* ebenso wie *Generalplaner*

¹³³⁸ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 54

¹³³⁹ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 57

¹³⁴⁰ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 68

¹³⁴¹ Vgl. ABERGER, E.: Planungsprozesse im Holzbau. S. 69

geeignet ist. Des Weiteren sehen die Befragten die Kooperation zwischen Planenden und Ausführenden durch die allgemeine Tendenz zu *Generalunter- bzw. -übernehmer* sowie durch die kooperative Planung als geeignet abgedeckt.

Detaillierte Betrachtung BIM – Building Information Modeling (A.3)

Die Einflussgröße *BIM (A.3)* setzt sich aus der *Nutzung digitaler Methoden (A.3.1)*, den *Potenzialen (A.3.2)* und den *Hemmnissen (A.3.3)*, welche im Rahmen von BIM bestehen, zusammen. Die Ergebnisse zu den Fragen dieser einzelnen Potenzialkriterien, sind wiederum der separat durchgeführten Expertenbefragung zu entnehmen, wobei sich die Frage 3.17.2 auf die künftige Nutzung digitaler Methoden bezieht und deren Einsatz beurteilt. Dabei geben die Experten an, dass vor allem *3D-Visualisierungen* ebenso wie *Kollisionsprüfungen* und *5D-Mengenermittlungen* im Rahmen des zukünftigen Einsatzes digitaler Methoden geplant sind.¹³⁴² Die Potenziale, welche durch die Einführung bzw. Nutzung von BIM-Werkzeugen entstehen, werden gemäß Frage 3.18 besagter Expertenbefragung vor allem in der *erhöhten Transparenz und Nachvollziehbarkeit*, der *exakteren Mengenermittlung und Kostenschätzung*, der *Steigerung der Planungsqualität* sowie der *Reduktion von Informationsverlusten* gesehen.¹³⁴³ Die Hemmnisse in der Anwendung von BIM bestehen gemäß den Befragten Experten im *fehlenden fachkundigen Personal*, den *nicht vorhandenen verbindlichen Richtlinien*, der *unklaren Vergütung bzw. Vertragsgestaltung* sowie den teilweise *mäßig funktionierenden Datenschnittstellen* (Vgl. Frage 3.20).¹³⁴⁴

Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Planung

Aufbauend auf der Auswertung der Antworten innerhalb der Expertenbefragung kann die Gewichtung und Bewertung der einzelnen Potenzialfaktoren für die drei betrachteten Sphären vorgenommen werden.

Das nachfolgende Bild 6.36 stellt die Potenzialkriterien innerhalb des Prozessfaktors Planung (A) sowie deren Gewichtung und zeitliche Bewertung zusammengefasst dar.

¹³⁴² Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 106

¹³⁴³ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 127

¹³⁴⁴ Vgl. ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. S. 130

kurzfristig dar. In der Sphäre Ausführung (SP-A) ist der Handlungsbedarf diese Potenzialkriterien betreffend durch die geringere Beeinflussbarkeit auf Seiten der Ausführenden auf operativer und technologischer Ebene als *langfristig* anzusehen, da diese Sphäre die Ergebnisse aus der Neuorientierung der Planer erst zu einem späteren Zeitpunkt in den operativen Tätigkeiten berücksichtigen kann. Dennoch besteht dieser Handlungsbedarf auf strategischer und organisatorischer Ebene durch deren Einfluss auf die mit den Planern abzustimmenden Prozessen *mittelfristig*. In der Sphäre der Planung & Ausführung (SP-P&A) ist der Handlungsbedarf betreffend den Auswirkungen generell über alle Ebenen hinweg als *mittelfristig* einzustufen, da diese Sphäre generell einen höheren Einfluss im Planungsprozess hat, als die ausschließlich ausführende Sphäre. Die Maßnahmen zur Vermeidung von Informationsverlusten und Verzögerungen sind auf strategischer und organisatorischer Ebene als *kurzfristig* einzuordnen, da an dieser Stelle die interne Rückkoppelung der Planungszur Ausführungsabteilung die Kommunikationswege bestimmt und diese kurzfristig an die Neuorientierung im Sinne einer Unternehmensvorgabe anzupassen ist.

Einflussgröße Kooperationsmodelle (A.2)

Die Gewichtung der Handlungsbedarfes die Kooperationsmodelle betreffend innerhalb der einzelnen Sphären verdeutlicht, dass die Sphäre Planung (SP-P) *großen* Handlungsbedarf in der Kooperation von Planern sowie in der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) zusätzlich auch *großen* Handlungsbedarf in der Kooperation von Planern und Ausführenden aufweist. In der Sphäre Ausführung (SP-A) ist der Handlungsbedarf betreffend der Kooperation unter Planern zwangsläufig eher als *mittel* einzustufen. Die Kooperationsmodelle von Planern und Ausführenden werden demgegenüber seitens der Sphäre Planung (SP-P) mit einem *mittleren* Handlungsbedarf verbunden. Die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) sieht wiederum *großen* Handlungsbedarf.

Dieser Handlungsbedarf zur Nutzung des Potenzials durch Kooperation zwischen den Planern ist in der Sphäre Planung (SP-P) auf strategischer und organisatorischer Ebene als *kurzfristig* einzustufen und auf operativer und technologischer Ebene *mittelfristig* einzuplanen, da erst durch die Schaffung der Möglichkeiten einer Kooperation die Kooperationsmodelle zwischen den Planern eingesetzt werden können. Die Kooperation zwischen Planenden und Ausführenden ist demgegenüber auf strategischer und organisatorischer Ebene aufgrund der längerfristigen Kooperation als *mittelfristig zu bewerten*, auf operativer und technologischer Ebene sogar als *langfristig*, da eine Umsetzung einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen wird. In der Sphäre Ausführung (SP-A) verhält es sich insofern anders, als dass der Handlungsbedarf auf strategischer und organisatorischer Ebene für die Kooperation zwischen den Planern *langfristig* und zwischen den Planern und Ausführenden *kurzfristig* auftritt. Die Entschei-

Träger dieser Sphäre haben zwangsläufig erhöhtes Interesse an ihrer Kooperation mit den Planern als an der Zusammenarbeit der Planer untereinander. Auf operativer und technologischer Ebene besteht aufgrund des geringen Einflusses dieser Ebene bei strategischen Entscheidungen der Zusammenarbeit *mittelfristiger* bzw. *langfristiger* Handlungsbedarf. Der Handlungsbedarf zwischen den beteiligten Personenkreisen der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) stellt sich auf strategischer und organisatorischer Ebene durchwegs als *kurzfristig* dar, auf operativer und technologischer Ebene ist dieser *mittelfristig*, da die Entscheidungsebene die Möglichkeiten der Kooperation erst schaffen muss.

Einflussgröße BIM – Building Information Modeling (A.3)

In der Sphäre Planung (SP-P) besteht über alle Potenzialkriterien in der Einflussgröße BIM *großer* Handlungsbedarf, da vor allem die Planer durch die Einführung von BIM als Planungs- und Abwicklungswerkzeug die daran anschließenden Prozesse wesentlich gestalten und lenken können. Demgegenüber besteht für die Sphäre Ausführung (SP-A) in der Nutzung von BIM als digitale Planungsmethode *mittlerer* Handlungsbedarf, da diese Sphäre die Planung übernimmt und die Umsetzung darauf aufbaut. Dennoch existiert beim Abbau von Hemmnissen gegenüber der Implementierung von BIM in dieser Sphäre *mittlerer* Handlungsbedarf, da sie die Herausforderungen auch annehmen müssen. Die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) weist jedoch über alle Potenzialkriterien dieser Einflussgröße hinweg wiederum *großen* Handlungsbedarf auf, da diese Sphäre aufgrund der internen Strukturen einen umso höheren Nutzen durch die Anwendung von BIM erreichen kann.

Der Handlungsbedarf in der Sphäre Planung (SP-P) ist auf vor allem auf den umsetzenden Ebenen des Bauprozessmanagements zwangsläufig *kurzfristig* in der Nutzung digitaler Methoden und dem damit zusammenhängenden Potenzial, da ohne den Willen der involvierten Personenkreise eine Implementierung von BIM in den Prozessen nicht möglich ist. Auf strategischer Ebene ist für die Potenzialnutzung sowie die Verwendung digitaler Methoden der Handlungsbedarf *mittelfristig*, da diese Ebene nicht operativ im Umsetzungsprozess von BIM eingebunden ist. Allerdings kann diese Ebene gemeinsam mit der organisatorischen Ebene zum Abbau von Hemmnissen gegenüber BIM wesentlich beitragen, wodurch sich auch der *kurzfristige* Handlungsbedarf äußert. Hingegen können die operative und technologische Ebene zwar ihren Beitrag leisten, jedoch nicht die Vorgaben steuern, wodurch sich an dieser Stelle *mittelfristiger* Handlungsbedarf diesbezüglich zeigt. In der Sphäre Ausführung (SP-A) besteht auf strategischer und organisatorischer Ebene für die Nutzung digitaler Methoden sowie vorhandener Potenziale *langfristiger* Handlungsbedarf, welcher auf operativer und technologischer Ebene *mittelfristig* ist. Dies ergibt sich aufgrund der Einbeziehung der umsetzenden Ebenen im Prozess von BIM, welcher eher von Seiten der Planer, denn von Seiten der Ausführenden

gesteuert wird. Der Abbau der Hemmnisse erfordert daher innerhalb dieser Sphäre auf strategischer und organisatorischer Ebene einen *mittelfristigen*, auf operativer und technologischer Ebene *langfristigen* Handlungsbedarf. Die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) besteht ähnlich wie die Sphäre Planung durchwegs aus *kurzfristigen* Handlungsbedarfen für die Nutzung digitaler Methoden, wobei die vorhandenen Potenziale auf strategischer und operativer Ebene einen *mittelfristigen* Handlungsbedarf aufweisen. Da diese Sphäre maßgeblich in der Implementierung von BIM als Methode der integralen Planung involviert ist und diese durch ihre planende, als auch ausführende Komponente maßgeblich mitgestalten, stellt sich der Handlungsbedarf durchwegs *kurzfristig* dar. Auf strategischer Ebene drückt sich dieser aufgrund der Nichteingebundenheit dieser Ebene in die operative Umsetzung von BIM *mittelfristig* aus. Der Abbau der Hemmnisse bedarf auf strategischer und organisatorischer Ebene wiederum eines *kurzfristigen* Handelns, da diese Ebene hierfür die Richtung vorgeben kann. Die operative und technologische Ebene stellt eher die Umsetzung dieser Vorgaben dar, wodurch sich an dieser Stelle *mittelfristiger* Handlungsbedarf für diese Ebenen zeigt.

6.4.2.5 Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor *Baubetrieb (B)*

Der Prozessfaktor *Baubetrieb (B)* setzt sich aus den Einflussgrößen *Arbeitsvorbereitung (B.1)*, *Baulogistik (B.2)* und *Bauverfahrens- und Montage-technik (B.3)* zusammen (Vgl. Kap. 6.3.2). Im Rahmen der Umfrage wurden die Fragen den Baubetrieb betreffend lediglich an die Gruppe Ausführung gestellt, wodurch sich auch keine differenzierte Aussage einzelner Gruppen ergibt. Dennoch folgt an dieser Stelle eine detaillierte Betrachtung.

Detaillierte Betrachtung *Arbeitsvorbereitung (B.1)*

Aufbauend auf die Frage 4.2.2 zeigt sich das Potenzial der Arbeitsvorbereitung insofern (Vgl. Bild 5.29), als dass diese mit dem *Vorfertigungsgrad* steigt und *bei der 3D-Modulbauweise höher* ist, als bei der *2D-Elementbauweise (B.1.1)*. Zusätzlich kann das Potenzial gemäß Frage 4.1.1 (Vgl. Bild 6.9) durch *standardisierte baubetriebliche Abläufe durch umfangreiche Arbeitsvorbereitung (B.1.2)* sowie einer *Weiterentwicklung der Arbeitsvorbereitung in Richtung holzbauspezifischer Fertigungsplanung* an Lean Management Prinzipien (*B.1.3*) angelehnt erfolgen. Beide Fragen wurden lediglich an die Gruppe Ausführung gestellt, wodurch sich an der Gesamtaussage gemäß Kap. 6.3.2 keine Änderung ergibt.

Detaillierte Betrachtung *Baulogistik (B.2)*

Die Einflussgrößen der *Baulogistik (B.2)* setzen sich aus den beiden Trends zusammen, aus welchen sich *Transporte (B.2.1)* und *Hebeegeräten (B.2.2)* ableiten lassen. Bei beiden ist gemäß Frage 4.5.3 (Vgl. Bild 5.34) sowie Frage 4.5.5 eine *Entwicklung vom Eigengerät hin zum Fremdgerät*

Einflussgröße Arbeitsvorbereitung (B.1)

In der Sphäre Planung (SP-P) besteht aufgrund des geringen Einflusses der Planer auf den Bereich des Baubetriebs inkl. Arbeitsvorbereitung lediglich *kleiner* Handlungsbedarf. Demgegenüber besteht diesbezüglich zwangsläufig *großer* Handlungsbedarf in der Sphäre Ausführung (SP-A), um die Potenziale, welche durch eine effizientere Arbeitsvorbereitung bestehen, nutzen zu können. Diese Sphäre entscheidet ebenso wie die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) maßgeblich über die durchzuführenden Prozesse der Arbeitsvorbereitung mit, wodurch der *große* Handlungsbedarf abgeleitet werden kann.

Bei Betrachtung des Zeitraumes für den erforderlichen Handlungsbedarf zeigt sich, dass in der Sphäre Planung (SP-P) lediglich kleiner Handlungsbedarf besteht, was eine zeitliche Bewertung nicht weiter sinnvoll erscheinen lässt. In der Sphäre Ausführung (SP-A) ist auf operativer und technologischer Ebene aufgrund der direkten Beeinflussbarkeit dieser Ebenen auf die operativen Prozesse der Handlungsbedarf durchwegs als *kurzfristig* einzustufen. Der Handlungsbedarf auf strategischer und organisatorischer Ebene stellt für die Arbeitsvorbereitung eher *mittelfristig* dar, mit Ausnahme der Standardisierung der baubetrieblichen Abläufe, welche auch auf organisatorischer Ebene als *kurzfristig* einzustufen ist. In der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) zeigt sich eine identische Verteilung der Kurz- und Mittelfristigkeit bei den einzelnen Potenzialkriterien und Ebenen des Bauprozessmanagements, da diese Sphäre ähnlich wie die Ausführende die Prozesse selbst gestaltet, um effiziente Lösungen im Baubetrieb zu ermöglichen.

Einflussgröße Baulogistik (B.2)

Die Sphäre der Planung hat aufgrund der geringen Beeinflussbarkeit der Planer in diesem Bereich ebenso wie in der Arbeitsvorbereitung einen *kleinen* Handlungsbedarf. In der Sphäre Ausführung (SP-A) besteht demgegenüber in der Baulogistik *mittlerer* Handlungsbedarf, welcher sich auch in der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) in ähnlicher Weise abzeichnet. Dies ergibt sich aufgrund der Einflüsse durch Fremdgeräte und Fremdtransporte, welche das Potenzial nicht in dem Umfang wie die Arbeitsvorbereitung nutzbar machen.

Aufgrund des kleinen Handlungsbedarfs wird auch keine zeitliche Bewertung in der Sphäre Planung (SP-P) vorgenommen. In der Sphäre Ausführung (SP-A) ist dieser Handlungsbedarf auf strategischer Ebene sowohl bei den Transporten als auch den Hebegegeräten *langfristig* einzustufen, da diese Entscheidungen eher auf den darunter liegenden Ebenen getroffen werden. Daher haben diese Potenzialkriterien auf organisatorischer, operativer und technologischer Ebene durchwegs einen *mittelfristigen* Handlungsbedarf, da es zu einer weiteren Anpassung vor allem der Transportgeräte an die Volumina der Holzsystembauweisen kommen sollte. Ähnliches gilt auch für die Hebegegeräte. Eine idente Verteilung der Zeiträume

für die Handlungsbedarfe zeigt sich auch in der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) aufgrund der gleichen bzw. ähnlichen Aufgabenverteilung und Verantwortungsbereiche.

Einflussgröße Bauverfahrens- und Montagetechnik (B.3)

In der Sphäre der Planung (SP-P) ist der Handlungsbedarf durch die Weiterentwicklung der Außenbauteile für einen möglichen Entfall des Gerüsts als *mittel* einzustufen, da die Vorfertigung lediglich bedingt durch die Planer vorgegeben werden kann. Demgegenüber besteht jedoch *großer* Handlungsbedarf in der Standardisierung und Normierung der Verbindungstechnik, da diese Sphäre maßgeblich die Auswahl vornimmt bzw. in die Weiterentwicklung involviert ist. *Kleiner* Handlungsbedarf besteht im Bereich der Verbesserung der Klebe- und Abdichtungstechnik, da die Planer hierfür im Wesentlichen keinen Beitrag leisten können. In der Sphäre der Ausführung (SP-A) besteht demgegenüber *großer* Handlungsbedarf in der Weiterentwicklung der Außenbauteile sowie der Standardisierung der Verbindungstechnik, da die Ausführenden einerseits die Vorfertigung steuern, andererseits die Auswahl der tatsächlich eingesetzten Verbindungsmittel vornehmen. Diese Sphäre hat im Bereich der Verbesserung der Klebe- und Abdichtungstechnik lediglich *mittleren* Handlungsbedarf, da sie zwar die Anforderungen an die Hersteller weitergeben, jedoch die Produktentwicklung von diesen durchgeführt wird. Für die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) ist derselbe Handlungsbedarf zutreffend, da auch diese Sphäre vor allem die Umsetzungsprozesse als Grundlage der Montagetechnik bzw. des eingesetzten Vorfertigungssystems steuert.

Der Handlungsbedarf in der Sphäre Planung (SP-P) ist für die Weiterentwicklung der Außenbauteile über alle Ebenen des Bauprozessmanagements hinweg als *mittelfristig* einzustufen, da die Weiterentwicklung von den Unternehmen vorangetrieben wird und diese damit direkt den Komplettierungsgrad beeinflussen können. Die Standardisierung der Verbindungstechnik ist auf allen Ebenen mit einem *kurzfristigen* Handlungsbedarf verbunden, da die Planer durch die Verwendung gleicher oder gleichartiger Verbindungssysteme und Details die Forcierung bestimmter Systeme betreiben und damit indirekt durch die Marktverdrängung eine Standardisierung auftritt. Allerdings ist zusätzlich aufgrund der Kompetenz dieser Gruppe auch eine Normierung selbiger möglich. Dies muss sowohl auf der Entscheidungs-, als auch auf der operativen Ebene gleichermaßen erfolgen. In der Sphäre der Ausführung (SP-A) ist der Handlungsbedarf sowohl in der Weiterentwicklung der Außenbauteile, als auch in der Standardisierung über alle Ebenen hinweg *kurzfristig*, da mit der Umsetzung der Planungsvorgaben diese auch vorangetrieben werden kann und somit erhöhter Bedarf besteht. Die Ausführenden können wesentlich zur Standardisierung sowie zu einem erhöhten Komplettierungsgrad beitragen, da sie durch die Produktionsbedingungen die Umsetzungsprozesse steuern und damit auch die Anforderungen vorgeben. Auch die Verbesserung der Klebe- und Abdichtungstechnik kann durch die Vorgaben der Ausführung

an die Hersteller *kurzfristig* erfolgen. Lediglich die strategische Ebene ist mit dem Themenkomplex wenig konfrontiert, da es sich um Ausführungsthemen handelt. Eine idente Verteilung der *kurzfristigen* Handlungsbedarfe ergibt sich auch in der Sphäre der Planung & Ausführung (SP-P&A), da diese Sphäre wie auch die Ausführenden sämtliche Prozesse und Erfordernisse zur Umsetzung dieser selbst steuert.

6.4.2.6 Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor *Industrieller Holzbau (C)*

Die Potenzialkriterien innerhalb dieses Prozessfaktors lassen sich gemäß der Umfrage (Vgl. Kap. 6.3.4) innerhalb von *Systemen (C.1)* und der *Vorfertigung mit den Fertigungsstufen (C.2)* ableiten und werden durch *Entwicklungen und Hemmnisse (C.3)* ergänzt. Die unterschiedlichen Bewertungen dieser Aspekte ergeben je befragter Gruppe eine durchaus differenzierte Aussage.

Gruppenunterschiede *Systeme (C.1)*

Die Bewertung des Potenzials einzelner Gesichtspunkte im Bereich Systeme bildet sich nach Angaben der Gruppe Ausführung sowie der Anderen gemäß Frage 5.3.12 (Vgl. Bild 6.15) vor allem durch die *Erstellung serieller Systemlösungen und Detailkonzepte (C.1.1)*, durch *Werkzeuge für Planungskonzepte, Bauphysik und Brandschutz (C.1.2)* sowie *Hilfsmittel für Herstellungsprozesse, Ausschreibungen und Kalkulationen (C.1.3)* ab.

Die differenzierte Gruppenauswertung entspricht im Wesentlichen den Ergebnissen der Gesamtauswertung dieser Frage, da die Stichprobe der Gruppe Andere sehr gering ist und damit der Einfluss am Ergebnis vernachlässigt werden kann. Dennoch wird ein Eintrag in der vertieften Analyse signifikant, was die Potenzialeinschätzung von Systemlösungen betrifft und welche Ausführende mit einem größeren Potenzial sehen. Serielle Detaillösungen werden von der Gruppe Andere mit einem etwas geringeren Potenzial gesehen, als von der Gruppe Ausführung ebenso wie Hilfsmittel und Kennzahlen im Bereich des Brandschutzes und der standardisierten Ausschreibung.

Gruppenunterschiede *Vorfertigung und Fertigungsstufen (C.2)*

Die Entwicklung unterschiedlicher Vorfertigungsstufen und das daraus ableitbare Potenzial (Vgl. Frage 5.3.11 – Bild 6.14) wurde seitens der Vertreter der Gruppen Planung, Ausführung und Andere eingeschätzt. Dabei zeigt sich, dass die *2D-Elementbauweise (C.2.1)* ebenso wie die *3D-Modulbauweise (C.2.2)* mit einem hohen Vorfertigungsgrad das jeweils größte Potenzial aufweist und sich tendenziell mit Zunahme des Komplettierungsgrades den Systemen eine positivere Entwicklung attestiert wird. Daneben zeigt sich als Ergebnis ebenso (Vgl. Frage 5.5.3 – Bild 5.42), dass vor allem das *Vorhandensein von Systemlösungen*, sowie das *Know-*

how von Planern und Ausführenden den größten Einfluss auf den *maximal erreichbaren Komplettierungsgrad (C.2.3)* haben.

Im Rahmen der Analyse etwaiger Gruppenunterschiede im Antwortverhalten bei Frage 5.3.11 wurde bei keinem Eintrag ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt. Bei näherer Betrachtung der Gruppenauswertung von Frage 5.5.3 zeigen sich allerdings bestimmte Gruppenunterschiede, was sich im Falle von Systemlösungen der 2D-Elementbauweise durch die Gruppe der Planer und Anderen in einem größeren Einfluss darstellt, als in der Gruppe der Ausführenden. Die Gruppe Andere sieht jedoch den Einfluss serieller Detailkonzepte auf den Komplettierungsgrad wesentlich größer, als jene der Planer und Ausführenden. Das Know-how der Planer als Einflussgröße wird seitens der Ausführenden in etwa gleich hoch eingeschätzt, wie durch die anderen Gruppen. Im Falle des Kriteriums Know-how der Ausführenden bewerten die Planer dieses höher als die Ausführenden selbst sowie die Anderen, welche diesen Einfluss in etwa ähnlich einschätzen.

Gruppenunterschiede *Entwicklung und Hemmnisse (C.3)*

Die Analyse im Bereich der Einflussgröße *Entwicklung und Hemmnisse* zeigt in Kombination mit der Umfrage (Vgl. Frage 5.3.2 – Bild 6.11) vor allem im Bereich *Neubau* das Potenzial im *mehrgeschossigen Wohnbau, Gewerbe- und Industriebau* sowie im *Bürobau (C.3.1)*. Daneben geben die Experten vor allem das bestehende Potenzial durch die *Weiterentwicklung von Wand- und Deckenelementen aus Brettsperrholz* ebenso an, wie jenes von *Holzleichtbauelementen (C.3.2)* sowie die *Entwicklung von Holz-Beton-Verbunddecken aus Brettsperrholz* und *Fassadensanierungen mit Holzleichtbauelementen (C.3.3)* (Vgl. Frage 5.3.10 – Bild 6.13).

Die Betrachtung der unterschiedlichen Gruppen zeigt, dass die Frage 5.3.2 zwar an die Gruppe Ausführung und Auftraggeber gestellt wurde, jedoch lediglich von den Ausführenden eine Beantwortung stattfand und demnach keine Gruppenunterschiede bestehen. Bei vertiefter Betrachtung der Frage 5.3.10, welche an die Gruppe Planung, Ausführung sowie Andere gestellt wurde, zeigen sich hingegen Gruppenunterschiede. Bei Betrachtung der Kategorie Um- und Zubau zeigt sich zwar ein signifikanter Unterschied in der Beantwortung der Gruppen Planung und Andere bei Eintrag 6. Tendenziell ist dennoch festzustellen, dass über alle Gruppen hinweg eine annähernd gleiche positive Entwicklung sowohl im Neubau als auch im Um- und Zubau angenommen wird.

Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor *Industrieller Holzbau*

Das differenzierte Antwortverhaltens der Befragten lässt gemeinsam mit den Ergebnissen der weiteren Forschungsprojekte eine Gewichtung und Bewertung der einzelnen Potenzialfaktoren für die drei betrachteten Sphären zu.

Im nachfolgenden Bild 6.38 sind die Potenzialkriterien innerhalb des Prozessfaktors Industrieller Holzbau (C) sowie deren Gewichtung und zeitliche Bewertung dargestellt.

PROZESSFAKTOREN	Einflussfaktoren Prozessfaktoren	Einflussgrößen	Potenzialkriterien gemäß Umfrage	Frage Nr.	Frage an Gruppe	Bauprozessmodelle																	
						Sphäre Planung (SP-P)				Sphäre Ausführung (SP-A)				Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A)									
						Bauprozessmanagement				Bauprozessmanagement				Bauprozessmanagement									
Strategische Ebene	Organisatorische Ebene	Operative Ebene	Technologische Ebene	Strategische Ebene	Organisatorische Ebene	Operative Ebene	Technologische Ebene	Strategische Ebene	Organisatorische Ebene	Operative Ebene	Technologische Ebene												
Industrieller Holzbau	C	Systeme	C.1.1	Entstehung System-/serielle Detaillösungen	C.1.1	B, D	groß	langfristig	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	
		Vorfertigung und Fertigungsstufen	C.1.2	Werkzeuge Planungskonzepte, Bauphysik, Brandschutz	C.1.2		mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
			C.1.3	Hilfsmittel Herstellungsprozesse, Ausschreibung und Kalkulation	C.1.3			mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
Entwicklung und Hemmnisse	C.1		C.2.1	3D-Elemente gedämmt, Lathrohren, Vergleisungen, Fassade, Innenbekleidung	C.2.1	A, B, D	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	
			C.2.2	3D-Belegfertige Module gedämmt, Vergleisungen, Fassade, Innenbekleidung, Rohinstallation HELIX	C.2.2		mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
			C.2.3	hoher Komplexitätsgrad durch Systemlösungen, Know-how Planer und Ausführer	C.2.3	A, B, D	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	
			C.3.1	Potenzial mehrgeschossiger Wohnbau, Gewerbe- und Industriebau, Bürobau	C.3.1	B, C	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	
			C.3.2	Entwicklung Wand- und Deckenelemente aus BSP, Hölzschichtbauelemente	C.3.2		mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	
			C.3.3	Entwicklung Holz-Beton-Verbund mit BDP, Fassadenanstrich mit Holzschichtbauelementen	C.3.3	A, B, D	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	

Bild 6.38 Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Industrieller Holzbau (C)

Die Gewichtung der Handlungsbedarfe innerhalb des Prozessfaktors Industrieller Holzbau in *groß*, *mittel* und *klein* sowie die zeitliche Bewertung dieser auf den vier Ebenen des Bauprozessmanagements in *kurz*-, *mittel*- und *langfristig* erfolgt durch Einbeziehung der Potenzialkriterien aus der Umfrage in Verbindung mit den Erkenntnissen aus den Forschungsprojekten, Arbeitsstudien und den separat durchgeführten Expertenbefragungen. Sie stellen sich folgendermaßen dar:

Einflussgröße Systeme (C.1)

Aus den Erkenntnissen lässt sich schließen, dass in der Sphäre Planung (SP-P) der Handlungsbedarf bei seriellen Systemlösungen und Detailkonzepten sowie bei Werkzeugen für Planungskonzepte, Bauphysik und Brandschutz *groß* ist. Im Bereich der Hilfsmittel für Herstellungsprozesse, Ausschreibungen und Kalkulationen stellt sich dieser jedoch lediglich *mittel* dar, da die Planer Systemlösungen und Werkzeuge hierfür vorbereiten und durch die kontinuierliche Anwendung auch weiterentwickeln. Die Hilfsmittel können zwar von diesen mitgestaltet werden, die Inanspruchnahme erfolgt jedoch durch die Ausführenden. In der Sphäre Ausführung (SP-A) ist der Handlungsbedarf für die Erstellung serieller System- und Detaillösungen *groß* bzw. bei Werkzeugen für Planungskonzepte *mittel*, da diese Gruppe die Planung nicht selbst durchführt, jedoch die Voraussetzungen für die Umsetzung schafft. Durch die Mitgestaltung der Planung sowie auch der operativen Implementierung in die Prozesse der Ausführung ist der Handlungsbedarf in der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) durchwegs über alle Potenzialkriterien hinweg als *groß* einzuordnen.

Die Einflüsse auf den Ebenen des Bauprozessmanagements stellen sich in der Sphäre Planung (SP-P) auf operativer und technologischer Ebene über alle Potenzialkriterien hinweg als *kurzfristig* dar. Diese Sphäre schafft

die planerische Grundlage, um eine Einführung von Systemlösungen zu-
zulassen. Auf strategischer und organisatorischer Ebene bilden sich durch
die grundsätzliche Entscheidungsbefugnis zur Verwendung von Sys-
temlösungen und Werkzeugen für Planungsprozesse ebenso *kurzfristige*
bzw. im Bereich der Hilfsmittel für Herstellungsprozesse, Ausschreibung
und Kalkulation *mittelfristige* Handlungsbedarfe ab. Lediglich die Erstel-
lung serieller Systemlösungen und Detailkonzepte weist auf strategischer
Ebene einen *langfristigen* Bedarf auf, da die Entscheidungsebene zumeist
nicht in die technische Entwicklung eingebunden ist, sondern hierfür die
unternehmensinternen Voraussetzungen schafft. Die Handlungsbedarfe
in der Sphäre Ausführung (SP-A) sind auf allen Ebenen des Bauprozess-
managements bei Werkzeugen für Planungskonzepte, Bauphysik und
Brandschutz *langfristig*, da die Werkzeuge hierfür von den operativen Ebe-
nen darunter geschaffen werden, was sich durch einen *kurzfristigen* Hand-
lungsbedarf auf organisatorischer Ebene äußert. Die Erstellung serieller
Systemlösungen und Detailkonzepte hat durch die Möglichkeit der Ein-
flussnahme auf operativer und technologischer Ebene einen *kurzfristigen*
Handlungsbedarf. Alle übrigen Potenzialkriterien die Systeme betreffend
stellen auf den unterschiedlichen Ebenen einen *mittelfristigen* bzw. auf or-
ganisatorischer Ebene teilweise einen *kurzfristigen* Handlungsbedarf dar.
Innerhalb der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) bilden wiederum
serielle Systemlösungen und Detailkonzepte auf operativer und technolo-
gischer Ebene einen *kurzfristigen* Handlungsbedarf ab, welcher sich äh-
nlich wie bei den Ausführenden durch die geringe operative Einflussnahme
auf der strategischen und organisatorischen Ebene *mittelfristig* darstellt.
Die Werkzeuge für Planungskonzepte, Ausschreibung und Kalkulation
sind in dieser Sphäre über alle Ebenen hinweg als *kurzfristig* einzustufen,
da sie sowohl die Planungs- als auch die Umsetzungsprozesse ausführen.
Ähnlich verhält es sich auch mit der Entwicklung von Hilfsmitteln für die
Herstellungsprozesse, sowie Ausschreibung und Kalkulation innerhalb
dieser Sphäre, welche durch die Abdeckung sämtlicher Prozesse durch
diese ebenso einen *kurzfristigen* Handlungsbedarf aufweisen.

Einflussgröße Vorfertigung und Fertigungsstufen (C.2)

Durch die Kombination der Ergebnisse aus der Umfrage mit jenen der For-
schungsprojekte lässt sich in der Sphäre der Planung (SP-P) demnach ein
mittlerer Handlungsbedarf im Bereich der 2D-Elemente mit einem hohen
Vorfertigungsgrad ablesen, welche auch für die Sphäre Ausführung
(SP-A) sowie die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) gleichermaßen
zutrifft. Diese Bauweise bezieht die Vorfertigungsprozesse mit ein, was
sich in den Planungsprozessen durch die Verwendung von integrierten
Bauteilen wenig bis kaum auswirkt. In der 3D-Modulbauweise besteht im
Vergleich dazu allerdings *großer* Handlungsbedarf, da diese Bauweise
bisher weniger Vorfertigung bzw. einen geringen Komplettierungsgrad mit
einigen wenigen Ausnahmen erreicht. Die Verwendung von 3D-Modulen
bedarf bereits in der Planung einer gänzlich anderen Berücksichtigung,
als dies bei 2D-Elementen der Fall ist. Das Potenzial durch den maximal

erreichbaren Komplettierungsgrad besteht aufgrund der Planungs- sowie auch der Ausführungsprozesse über alle drei Sphären hinweg gleichermaßen und bedarf demnach eines *großen* Handlungsbedarfs.

Die Betrachtung dieser Handlungsbedarfe auf den Ebenen des Bauprozessmanagements zeigt, dass in der Sphäre der Planer (SP-P) sämtliche Potenzialkriterien *mittelfristigen* Handlungsbedarf aufweisen, mit Ausnahme vorgefertigter 2D-Element- und 3D-Modulbauweisen auf strategischer und organisatorischer Ebene, welche *kurzfristigen* Bedarf haben. Dies ergibt sich hauptsächlich aufgrund des Umstandes, dass die Planer die Vorfertigungsprozesse im Wesentlichen nicht selbst steuern, sondern lediglich die Randbedingungen für eine Umsetzung derartiger Prozesse in ihrer Planung schaffen. Daneben wird in der Sphäre der Ausführung (SP-A) erkennbar, dass sämtliche Potenzialkriterien auf strategischer und organisatorischer Ebene *mittelfristigen* bzw. großteils *kurzfristigen* Handlungsbedarf beinhalten. Der Einfluss der Ausführenden ist in der Vorfertigung wesentlich größer als jener der Planer, wodurch sich eher *kurzfristige* Bedarfe in der Anpassung der Fertigungstechnologien ergeben. Die Sphäre der Planung & Ausführung (SP-P&A) ist über alle Ebenen und Potenzialkriterien hinweg gesehen ähnlich wie die Ausführenden mit einem *kurzfristigen* Handlungsbedarf verbunden, da sie wiederum die Fertigungsprozesse selbst steuern, aber auch die Planung hierfür mitgestalten. Lediglich die Einflüsse auf den Komplettierungsgrad weisen auf strategischer und organisatorischer Ebene einen *mittelfristigen* Handlungsbedarf auf, da dies direkt mit dem gewählten Bausystem in Verbindung steht.

Einflussgröße Entwicklung und Hemmnisse (C.3)

Der Handlungsbedarf in der Sphäre der Planung (SP-P) kann über alle Potenzialkriterien hinweg als *groß* eingestuft werden, da die Planer im Wesentlichen die Entwicklung steuern, wenn sie Objekte aus Holz planen und dabei hoch entwickelte integrierte Bausysteme einsetzen. In der Sphäre der Ausführung (SP-A) ist dieser Handlungsbedarf jedoch im Falle des Potenzials mehrgeschossiger Wohnbauten udgl. *klein*, da diese Gruppe keinerlei Einfluss auf die eigentliche Entwicklung am Markt bzw. den Einsatz von Systemen durch Planer und Bauherren hat. Hingegen kann der Handlungsbedarf betreffend der Weiterentwicklung von Wand- und Deckenelementen sowie Holz-Beton-Verbunddecken und Holzleichtbauelementen als *mittel* eingestuft werden, da die Entwicklungen teilweise gemeinsam mit Planern im Zuge von Projekten, teilweise aber auch aus eigenen F&E-Abteilungen heraus stattfinden. In der Sphäre der Planung & Ausführung (SP-P&A) ist der Handlungsbedarf mit Ausnahme des durch die Ausführenden schwer beeinflussbaren Potenzials in der Marktentwicklung *groß*, da auch diese die Anwendung in Bauwerken, als auch die Weiterentwicklung aufgrund ihrer Planungs- und Ausführungskompetenz maßgeblich mitgestalten können.

Innerhalb der Ebenen des Bauprozessmanagements zeigt sich dieser Handlungsbedarf in der Sphäre Planung (SP-P) auf allen Ebenen *mittelfristig*, da die Entwicklung von Systemen Zeit und auch weitere Ressourcen beansprucht, welche lediglich gemeinsam mit den Ausführenden aufgebracht werden können. Das Potenzial unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Bauwerken ist auf organisatorischer, operativer und technologischer Ebene *langfristig*, da diese Ebenen das Potenzial im Vergleich zur strategischen Ebene nicht direkt beeinflussen können. Daher ist in dieser Ebene der Handlungsbedarf auch *kurzfristig*. Durch den als klein einzustufenden Handlungsbedarf in der Anwendung in unterschiedlichen Bauwerken wird in der Sphäre Ausführung (SP-A) keinerlei zeitliche Bewertung vorgenommen. Die übrigen Potenzialkriterien betreffend Entwicklung und Hemmnisse sind für diese Sphäre auf allen Ebenen mit einem *mittelfristigen* Handlungsbedarf verbunden, da eine technische Entwicklung auch bei Ausführenden eines längeren Zeitraumes bedarf. In der Sphäre der Planung & Ausführung (SP-P&A) wird eine ähnliche Verteilung wie in der Sphäre Planung erkennbar, wobei auf strategischer und organisatorischer Ebene die Entwicklungen von Wand- und Deckenelementen sowie Holz-Beton-Verbunddecken *kurzfristigen* Handlungsbedarf aufweisen. Dies ergibt sich aufgrund des Umstandes, da diese Sphäre durch ihre unternehmensinterne Planungskompetenz die Prozesse mitgestalten kann.

6.4.2.7 Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor *Ausschreibung, Kosten, Kalkulation (D)*

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen gemäß Kap. 6.3.5 die Einflussgrößen innerhalb der Potenzialkriterien im Bereich *Ausschreibung (D.1)*, *Kalkulation (D.2)* und *Kosten (D.3)*. Daraus lassen sich differenzierte Aussagen ableiten, da die Fragen zu den Einflussgrößen an unterschiedliche Expertengruppen mit variierenden Tätigkeitsbereichen gestellt wurden.

Gruppenunterschiede *Ausschreibung (D.1)*

Die Frage nach der Wichtigkeit einzelner Aspekte für die künftige Ausschreibung von Holzbauten (Vgl. Frage 6.1.4 – Bild 6.16) wurde an alle vier befragten Kategorien – Planung, Ausführung, Auftraggeber und Andere – gestellt.

Die spezifische Gruppenauswertung ergibt dabei folgende Unterschiede:

Die Befragten sehen eine möglichst *umfangreiche*, alle Bereiche des Holzbaus abdeckende *Standardleistungsbeschreibung* als eine gute Möglichkeit in der künftigen Ausschreibung von Holzbauten an (*D.1.1*). Auch bei Betrachtungen der unterschiedlichen Gruppen zeigt sich generell eine deutliche Zustimmung, dass dieser Aspekt künftig als wesentlich anzusehen ist. Des Weiteren wird gemäß der Umfrage auch das Thema der *holzbauspezifischen Vorbemerkungen* als wesentlich erachtet (*D.1.2*), wobei

dies über alle Gruppen hinweg gleichermaßen Zustimmung erlangt. *Schulungsmaßnahmen für Ausschreibungen (D.1.3)* werden von allen Gruppen gleichermaßen als sehr geeignet angesehen, wobei vor allem die Zustimmung der Ausführenden und Anderen noch deutlicher ausgeprägt ist, als bei der Gruppe der Planer. In der Analyse zeigt sich ergänzend hierzu vor allem beim Aspekt von eigenen auf den Holzbau spezialisierten Planungsbüros ein signifikanter Unterschied zwischen Planern und Ausführenden, wobei die Ausführenden dies eher als wesentlich betrachten, als die Planer.

Aus diesem Vergleich lässt sich ableiten, dass die Analyse dieser Potenzialkriterien eine wenig differenzierte Aussage der vier Kategorien liefert.

Gruppenunterschiede Kalkulation (D.2)

Im Bereich der Kalkulation werden von den Experten Maßnahmen und Hilfsmittel für die Kalkulation von Holzbauten genannt, welche sich in die Themen *Aufbereitung fundierter Kalkulationsansätze (D.2.1)*, *vorgegebene, leicht adaptierbare Kalkulationsmodule (D.2.2)*, *Unterlagen zur Detailkalkulation inkl. Beispielen (D.2.3)* sowie *Schulungsmaßnahmen zur Mittellohnpreisbildung und Detailkalkulation (D.2.4)* aufteilen und damit Potenzial bieten (Vgl. Frage 6.3.3 – Bild 6.18). In diesem Fall gibt es keinerlei Gruppenunterschiede, da diese Frage lediglich an die Gruppe der Ausführenden gestellt wurde.

Gruppenunterschiede Kosten (D.3)

Die Frage nach der Kostensituation der 2D-Elementbauweise im Vergleich zum mineralischen Massivbau wird von allen vier befragten Gruppen insofern eingeschätzt, als dass der *Holzrahmenbau teilweise günstiger als der Massivbau* ist und die *Kostenersparnis mit dem Vorfertigungsgrad steigt (D.3.1)* (Vgl. Frage 5.2.3 – Bild 5.43).

Im Zuge der spezifischen Gruppenauswertung zeigt sich, dass sich der vertieften Analyse folgend die Aussagen der Gruppen nicht wesentlich unterscheiden und daher keine signifikanten Unterschiede auftreten. Damit ist feststellbar, dass alle vier Gruppen die Kostensituation ähnlich bewerten.

Bezugnehmend auf die Frage 6.2.5 (Vgl. Bild 6.17) stufen die Experten *neutrale Kostenvergleiche (D.3.2)* sowie *Kostendarstellungen für Bauherren* ähnlich jenen des BKI (D.3.3) als geeignete Maßnahmen bzw. Hilfsmittel in der Kostenschätzung von Holzbauten ein. Diese Frage wurde lediglich an die Gruppe der Planer gestellt, wodurch keine Gruppenunterscheidung in den Aussagen möglich ist.

Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Ausschreibung, Kosten und Kalkulation

Die Auswertung des unterschiedlichen Antwortverhaltens der Experten lässt in Kombination mit den Forschungsergebnissen eine Gewichtung

Bei Betrachtung der vier Ebenen des Bauprozessmanagements zeigt sich in der Sphäre Planung (SP-P), dass dieser Handlungsbedarf generell als *kurzfristig* einzustufen ist, lediglich die Schulungsmaßnahmen auf strategischer und organisatorischer Ebene *langfristig* gesehen werden, da diese Ebenen die Ausschreibungen nicht unmittelbar selbst durchführen. Dennoch hat diese Sphäre vor allem in Bezug auf die Implementierung von Standardleistungsbeschreibungen in ihren Ausschreibungsprozessen *kurzfristigen* Handlungsbedarf, um einerseits die technische Weiterentwicklung, und andererseits die unternehmensneutralen seriellen Konzepte und Detaillösungen auch in den Umsetzungsprozessen integrieren zu können. In der Sphäre Ausführung (SP-A) ist der Handlungsbedarf tendenziell *langfristig*, da diese Gruppe selbst keine Ausschreibungen durchführt, jedoch der Einfluss einer Standardleistungsbeschreibung auf operativer und technologischer Ebene einen *kurzfristigen* Handlungsbedarf ergibt. In der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) besteht *mittelfristiger* Handlungsbedarf, vor allem für Ausschreibungen von Subunternehmerleistungen, welche nicht im eigenen Unternehmen abgedeckt werden können. Demnach besteht für den Einsatz von Standardleistungsbeschreibungen *mittelfristiger* Handlungsbedarf, da diese entgegen den unternehmensspezifischen Vorgaben allgemeingültige Systeme eher präferieren. Lediglich das Thema der Schulungsmaßnahmen ist wiederum auf strategischer und organisatorischer Ebene als *langfristig* einzustufen, da diese Sphäre selbst wenige Ausschreibungen durchführt.

Einflussgröße Kalkulation (D.2)

In der Gruppe der Planer (SP-P) besteht die Kalkulation betreffend über alle genannten Maßnahmen *kleiner* Handlungsbedarf, da diese Gruppe zumeist keine Kalkulationen der Bauleistungen vornimmt. In der Sphäre der Ausführung (SP-A) stellt sich der Handlungsbedarf für alle vier genannten Maßnahmen bzw. Hilfsmittel hingegen durchwegs als *groß* dar, was auch deckungsgleich für die Sphäre der Planung & Ausführung (SP-P&A) zutrifft. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass diese Sphären die Kalkulationen sowohl als Basis in der Akquise, als auch während der Umsetzung zur Steuerung der Prozesse benötigen.

Die Sphäre Planung (SP-P) weist lediglich *kleinen* Handlungsbedarf bezüglich der Kalkulation auf, wodurch auch keine zeitliche Bewertung vorgenommen wird. In der Sphäre Ausführung (SP-A) zeigen sich für Maßnahmen und Hilfsmittel vor allem für die operative und technologische Ebene durchwegs *kurzfristige* Handlungsbedarfe, da diese Ebenen die operative Durchführung der Kalkulation vornehmen. Die Aufbereitung gesicherter Kalkulationsansätze sowie vorgegebener Kalkulationsmodule ist hingegen für die strategische und organisatorische Ebene mit einem *mittelfristigen* Handlungsbedarf verbunden, da die Erfassung und Aufbereitung umfangreicher Daten einen längeren Zeitraum in Anspruch nimmt, jedoch zur Steuerung notwendig ist. Unterlagen zur Detailkalkulation sowie Kalkulationsschulungen sind für diese Ebenen mit einem *langfristigen*

Handlungsbedarf verknüpft, da die Umsetzung einer Kalkulation im Detail von den Ebenen darunter erfolgt. In der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) besteht über alle vier Potenzialkriterien auf operativer und technologischer Ebene ein *kurzfristiger* Handlungsbedarf, auf strategischer und organisatorischer Ebene ist dieser *langfristig*, da auch in dieser Sphäre die Durchführung der Kalkulation durch die operative und technologische Ebene erfolgt, lediglich die Rahmenbedingungen und Werkzeuge seitens der strategischen und organisatorischen Ebene geschaffen werden müssen.

Einflussgröße Kosten (D.3)

Der Handlungsbedarf wird seitens der Sphäre Planung (SP-P) bei allen drei Potenzialkriterien als *groß* eingestuft, da diese Gruppe das Thema Kostenplanung maßgeblich gestaltet und hierfür grundlegendes Datenmaterial sowie Umsetzungswerkzeuge benötigt. In der Sphäre Ausführung (SP-A) ist der Handlungsbedarf demgegenüber *klein*, da diese Sphäre selbst zumeist keine Kostenplanungen vornimmt. Eine Ausnahme bilden die Umstände der Darstellung von Kostenvorteilen für die Planer und Auftraggeber, welche durch die Ausführenden zielgerichtet zusammengefasst werden können. Demnach besteht an dieser Stelle großer Handlungsbedarf in der Sphäre Ausführung (SP-A). Der Handlungsbedarf betreffend die Themen Kostenvorteile sowie Kostendarstellungen für Bauherren ist in der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) ebenso wie bei den Planern *groß*, lediglich das Thema der neutralen Kostenvergleiche ist als *mittel* einzustufen, da diese Unternehmen zumeist eher unternehmensinterne Details präferieren und neutrale Betrachtungen in den Hintergrund drängen.

Bei Betrachtung der Ebenen des Bauprozessmanagements ist in der Sphäre Planung (SP-P) beim Thema Kostenvorteil gegenüber dem mineralischen Massivbau der Handlungsbedarf auf strategischer Ebene als *kurzfristig*, auf den übrigen Ebenen als *langfristig* einzustufen, da sich diese Verantwortungs Ebenen in der Entscheidungsfindung für den Bauherrn begründeter Zusammenstellungen und Argumentarien bedienen müssen. Neutrale Kostenvergleiche sowie Kostendarstellungen für Bauherren stellen für die strategische und organisatorische Ebene hingegen einen *mittelfristigen* Handlungsbedarf dar, da es eines längeren Zeitraumes bedarf, umfangreiche Detaildarstellungen für die Kostenplanung zu erstellen. Allerdings kann die operative und technologische Ebene hierzu wesentlich beitragen, da diese die Daten unmittelbar vorliegen hat, wodurch sich *kurzfristiger* Handlungsbedarf diesbezüglich äußert. In der Sphäre der Ausführung (SP-A) besteht lediglich im Bereich der Kostenvorteile ein *kurzfristiger* bzw. auf operativer und technologischer Ebene *mittelfristiger* Handlungsbedarf, da diese Sphäre die Grundlage für die Aufbereitung liefern kann, was auch für die Sphäre der Planung & Ausführung (SP-P&A) gleichermaßen gilt. In dieser Sphäre besteht ebenso *kurz-*

fristiger Bedarf auf operativer und technologischer Ebene für neutrale Kostenvergleiche und Kostendarstellungen für Bauherren, welche durch die Berücksichtigung in der täglichen Praxis durch zusammenfassende Darstellungen möglich sind. Auf strategischer und organisatorischer Ebene ist dies als *mittelfristig* bzw. *langfristig* einzustufen, da diese Verantwortungsbereiche lediglich die Rahmenbedingungen hierfür setzen, jedoch die operative Umsetzung in den Ebenen darunter erfolgt.

6.4.2.8 Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor *Bauvertragswesen, Geschäftsmodelle (E)*

Dieser Prozessfaktor beinhaltet die Einflussgrößen *Unternehmenseinsatzform (E.1)*, *Geschäfts- und Kooperationsmodelle (E.2)* sowie die *Personalentwicklung (E.3)*. Die Angaben der Befragten nach Gruppen die jeweiligen Potenzialkriterien betreffend ergibt eine durchaus differenzierte Aussage im Vergleich zur Gesamtbetrachtung.

Gruppenunterschiede *Unternehmenseinsatzform (E.1)*

Diese Einflussgröße weist unterschiedliche Potenzialkriterien auf, welche sich auf die *Unternehmenseinsatzform* selbst (*E.1.1*), die *Vertragsarten (E.1.2)* sowie das *Risikopotenzial aufgrund der eigentlichen Geschäftstätigkeit (E.1.3)* beziehen.

Die Frage 7.1.1 zum Auftreten von Unternehmenseinsatzformen im Holzbau wurde lediglich an die Gruppe Ausführung gestellt, wodurch sich keinerlei Abweichung zum Gesamtergebnis gemäß Bild 5.61 ergibt. Dieses zeigt, dass die Holzbauunternehmen vorwiegend vor allem im Einfamilienhausbau, weniger im mehrgeschossigen Wohn- und Bürobau als Einzelunternehmer auftreten, bei welchem sie eher als Generalunternehmer und -übernehmer bzw. klassische Subunternehmer agieren. Im Gegensatz dazu wurde die Frage 7.1.3 zu den Vertragsarten innerhalb dieser Unternehmenseinsatzformen und deren Eignung im Holzbau an die Gruppe Planung, Ausführung und Auftraggeber gestellt (Vgl. Bild 6.19). Die vertiefte Analyse zeigt, dass sich ein hochsignifikanter Unterschied in der Gruppenauswertung im Falle des *Regiepreisvertrages* ergibt. Die Ausführenden sehen diesen als gut geeignet an, was auf die anderen Gruppen nicht in dieser Deutlichkeit zutrifft. Allerdings ist der Stichprobenumfang bei den Auftraggebern gering, womit die Aussage weniger ins Gewicht fällt. Die Gruppe der Auftraggeber ist eher der Ansicht, dass sich der *Detail Pauschalvertrag* und der *Global Pauschalvertrag* für einen Holzbau gut eignen, als jene der Planer und Ausführung. Der *design & build Vertrag* scheint der Gruppe der Planung und Ausführung eher geeignet, als jener der Auftraggeber, wobei dies für einige Befragte eher aufgrund des internationalen Wirkungsbereiches zutrifft. Die Beurteilung des Risikopotenzials unterschiedlicher interner und externer Risikofelder wurde in Frage 7.1.6 an die Gruppe Ausführung, Auftraggeber und Andere vorgenommen. Die differenzierte Betrachtung zeigt, dass der *Preiskampf und*

Wettbewerb für alle ein großes Risikopotenzial aufweist, besonders jedoch seitens der Gruppe Andere genannt wurde. Die *Personalqualifikation* wird speziell von Seiten der Auftraggeber mit einem großen Risikopotenzial genannt, allerdings ist der Stichprobenumfang dieser Gruppe sehr klein. Dennoch stellen die gesetzlichen Vorschriften für die Befragten ein noch größeres Risikopotenzial als für die beiden anderen Gruppen dar. *Technische und bauwirtschaftliche Aspekte* bilden für alle gleichermaßen ein großes Risikopotenzial ab.

Gruppenunterschiede Geschäfts- und Kooperationsmodelle (E.2)

Die Potenzialkriterien innerhalb dieses Prozessfaktors werden durch die Möglichkeit der *Übernahme von Holzbauunternehmen durch Baumeister (E.2.1)*, der *Gründung von Holzbau-Abteilungen in produzierenden Unternehmen und Konzernen (E.2.2)* sowie dem *Zusammenschluss von Holzbauunternehmen unter einer Dachmarke (E.2.3)* gebildet.

Die Fragen diesbezüglich wurden an unterschiedliche Gruppen gestellt, was eine differenzierte Analyse zulässt.

Die Bewertung der Tendenz zur Übernahme von Holzbauunternehmen wurde durch die Gruppe Planung, Ausführung und Andere vorgenommen (Vgl. Frage 7.2.2 – Bild 6.21). Dabei zeigt sich eine differenzierte Aussage der Gruppen, wobei der Test bei zwei Einträgen signifikant wird. Vor allem die Gruppe Planung und Andere unterscheiden sich, da zweitens Gruppe eine Übernahme von Holzbauunternehmen häufiger als positiv bewertet, als dies bei den befragten Planern der Fall ist. Auch wird seitens der Gruppe Andere die Übernahme von Holzbauunternehmen durch Konzerne der Bauindustrie positiv bzw. neutral eingestuft. Die Planer und Ausführenden sehen diese Entwicklung eher negativ, während bei den Anderen eine neutrale Einstufung überwiegt und es gleich viele Personen gibt, welche diese Entwicklung positiv bzw. negativ sehen. Die Frage zur Einschätzung zu den Neugründungstendenzen an die Gruppe Ausführung und Andere zeigt (Vgl. Frage 7.2.3 – Bild 6.22), dass sich hierbei keine signifikanten Unterschiede im Antwortverhalten ableiten lassen. Innerhalb der Stichprobe bewertet die Gruppe Andere jedoch tendenziell die Gründung eigener Holzbauunternehmen für die Ausführung bzw. eigener Abteilungen eher positiv, als dies durch die Gruppe Ausführung erfolgt. Bei der Chancenbewertung zum Zusammenschluss von Holzbauunternehmen unter einer Dachmarke zur leichteren Abwickelbarkeit von größeren Projekten geben die Gruppen Planung, Ausführung und Andere eine unterschiedliche Einschätzung ab. Vor allem der Vergleich der Gruppe Ausführung zur Gruppe Andere ergibt Unterschiede diesbezüglich. Aber auch die Planung sieht die Tendenz positiver als die Gruppe Ausführung und Andere, sowohl im Holzrahmenbau als auch im Holzmassivbau und den 2D-Systembauweisen, wie bspw. Holz-Beton-Verbunddecken. Diese hohe Chanceneinschätzung durch die Gruppe Planung setzt sich auch in der 3D-Modulbauweise unabhängig vom Vorfertigungsgrad ähnlich fort.

Gruppenunterschiede *Personalentwicklung* (E.3)

Dieser Prozessfaktor beinhaltet die Potenzialkriterien, welche sich durch die *Qualifikationsniveaus* abbilden (E.3.1) sowie durch den *Weiterbildungsbedarf auf allen Ebenen in unterschiedlichen Themengebieten* darstellen (E.3.2). Dabei zeigt eine Auswertung mit Gruppenbezug ein differenziertes Bild.

Die Frage nach der Entwicklung der fachlichen Kompetenz der Mitarbeiter (Vgl. Frage 8.1.2 – Bild 5.65) ergibt eine *steigende Qualifikation in der Führungs- und Leitungsebene*, jedoch bei *Facharbeitern* und darunter eine *sinkende Qualifikation*. Der Test ergibt keine signifikanten Unterschiede in den Angaben der Gruppen Ausführung, Auftraggeber und Andere. Allerdings zeigt sich innerhalb der Stichprobe, dass die Gruppe Andere bspw. die Entwicklung der Qualifikation von Bauleitern der Generalunternehmer eher schlechter einstuft, als dies durch die Gruppe der Ausführenden erfolgt. Auftraggeber sehen künftig eher eine rückläufige Entwicklung, wobei der Stichprobenumfang dieser Gruppe sehr gering ist. Die Qualifikationsentwicklung bspw. von Kalkulanten wird seitens der Auftraggeber höher eingestuft, als durch die Ausführenden selbst, gleiches gilt für Techniker.

Poliere im Holzbau haben gemäß der Gruppe der Auftraggeber eine bessere Qualifikationsentwicklung als dies durch die Ausführenden bestätigt wird, Facharbeiter haben jedoch eine schlechtere Entwicklung ihrer Qualifikation gemäß der Gruppe Andere. Die Frage 8.1.3 zielte auf den Weiterbildungsbedarf von Angestellten in den unterschiedlichen technischen, baubetrieblichen, bauwirtschaftlichen und baurechtlichen Bereichen ab. Dabei zeigt sich, dass das Potenzial in der holzbaulichen Grundausbildung, der Statik, der Verbindungstechnik, der Bauphysik sowie in der Ausschreibung, Kalkulation dem Vertragswesen und der Arbeitssicherheit liegt (Vgl. Bild 5.66). Diese Frage wurde ebenso an die Gruppe Ausführung, Auftraggeber und Andere gestellt, wobei sich unterschiedliche Angaben ableiten lassen. Die Gruppe Andere sieht generell einen höheren Weiterbildungsbedarf für die Führungsebene vor allem in der fachlichen Grundausbildung und den technischen Themenfeldern. Es werden in dieser Gruppe aber auch die bauwirtschaftlichen Weiterbildungsthemen wie Ausschreibung, Kalkulation und Bauvertragswesen tendenziell für wesentlicher erachtet, als dies durch die beiden anderen Gruppen erfolgt.

Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor *Bauvertragswesen, Geschäftsmodelle*

Das Antwortverhalten der Experten lässt gemeinsam mit den Erkenntnissen aus den Forschungsprojekten eine Gewichtung und Bewertung der einzelnen Potenzialfaktoren für die drei betrachteten Sphären zu.

Im nachfolgenden Bild 6.40 wird ein Überblick über die Potenzialkriterien innerhalb des Prozessfaktors Bauvertragswesen und Geschäftsmodelle (E) sowie deren Gewichtung und zeitliche Bewertung gegeben.

Einflussfaktoren Prozessfaktoren	Einflussgrößen	Potenzialkriterien gemäß Umfrage	Frage-Nr.	Frage in Original	Bauprozessmodelle																		
					Sphäre Planung (SP-P)				Sphäre Ausführung (SP-A)				Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A)										
					Bauprozessmanagement				Bauprozessmanagement				Bauprozessmanagement										
					Strategische Ebene	Organisatorische Ebene	Operative Ebene	Technologische Ebene	Strategische Ebene	Organisatorische Ebene	Operative Ebene	Technologische Ebene	Strategische Ebene	Organisatorische Ebene	Operative Ebene	Technologische Ebene							
Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf	Auswertung Handlungsbedarf											
PROZESSFAKTOREN	Bauvertragswesen / Geschäftsmodelle	E	Unternehmens-einsatzformen	E.1.1	Unternehmenssatzform: Einzel- und Subunternehmer, GU / GO	E.1.1	7.1.1	B	mittel	mittel	langfristig	langfristig	langfristig	groß	groß	kurzfristig	langfristig	groß	mittel	mittel	langfristig	langfristig	
				E.1.2	Vertragsarten: Einheitspreisvertrag, Detail-Pauschalvertrag, Design & Build	E.1.2	7.1.3	A, B, C	mittel	mittel	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	groß	groß	kurzfristig	langfristig	groß	mittel	mittel	langfristig	langfristig
				E.1.3	Risikopotenzial: Preiskampf und Wettbewerb, Personalqualifikation, gesetzliche Vorschriften	E.1.3	7.1.4	B, C, D	mittel	mittel	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	groß	groß	kurzfristig	langfristig	groß	mittel	mittel	langfristig	langfristig
	Geschäfts- und Kooperationsmodelle	E	E.2	E.2.1	Übernahme Holzbauniedernehmen durch Baumeister	E.2.1	7.2.2	A, B, D	klein	---	---	---	---	groß	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	groß	mittel	mittel	langfristig	langfristig
				E.2.2	Gründung Holzbau-Abteilungen in produzierenden Unternehmen / Konzernen	E.2.2	7.2.3	B, D	klein	---	---	---	---	groß	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig
				E.2.3	Zusammenschluss unter Dachmarke	E.2.3	7.2.4	A, B, D	klein	---	---	---	---	groß	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig
	Personalentwicklung	E	E.3	E.3.1	Qualifikation steigt in Führung(Einleitung)sebene / sinkt bei Facharbeitern	E.3.1	8.1.2	B, C, D	klein	---	---	---	---	groß	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig
				E.3.2	Weiterbildungsbedarf hoch in Grundausbildung, Statik, Verbindungstechnik, Bauphysik, Ausschreibung, Kalkulation, Vertragswesen, Arbeitssicherheit	E.3.2	8.1.2	B, C, D	groß	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	
				groß	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig	langfristig				

Bild 6.40 Ausschnitt Bauprozessmodell – Gewichtung und Bewertung Prozessfaktor Bauvertragswesen, Geschäftsmodelle (E)

Die Gewichtung der Handlungsbedarfe innerhalb des Prozessfaktors Bauvertragswesen und Geschäftsmodelle in *groß*, *mittel* und *klein* bzw. die zeitliche Bewertung auf den vier Ebenen des Bauprozessmanagements in *kurz*-, *mittel*- und *langfristig* erfolgt unter Einbeziehung der Potenzialkriterien aus der Umfrage in Ergänzung der Ergebnisse aus den Forschungsprojekten sowie zusätzlich durchgeführten Expertenbefragungen. Sie stellen sich folgendermaßen dar:

Einflussgröße Unternehmenseinsatzform (E.1)

Aufbauend auf den Erkenntnissen besteht für die Sphäre Planung (SP-P) in diesen Potenzialkriterien durchwegs *mittlerer* Handlungsbedarf, da diese Sphäre für die Ausführung durch die Form der Ausschreibung bzw. Vergabe die Unternehmenseinsatzform im Wesentlichen mitgestaltet. Demgegenüber hat die Sphäre Ausführung (SP-A) und auch die Sphäre Planung und Ausführung (SP-P&A) in diesen Bereichen *großen* Handlungsbedarf, da diese die Unternehmenseinsatzform wählen bzw. gestalten.

Auf strategischer Ebene ist der Handlungsbedarf innerhalb der Sphäre Planung (SP-P) *mittelfristig*, wohingegen er auf organisatorischer, operativer und technologischer Ebene als *langfristig* einzustufen ist. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass diese Entscheidungsebene die Form des Vertrages wählt und die darunter liegenden Ebenen die operative Umsetzung durchführen. In der Sphäre Ausführung (SP-A) besteht auf strategischer und organisatorischer Ebene *kurzfristiger* Handlungsbedarf, um eine Anpassung der Vertragsarten und Unternehmenseinsatzformen im Holzbau voranzutreiben und holzbauspezifisch zu gestalten. Die operative Ebene hat demgegenüber aufgrund des geringen Einflusses in diesen Themenfeldern einen *mittelfristigen* Handlungsbedarf, welcher auf technologischer Ebene *langfristig* gestaltet ist. Die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) weist auf strategischer und organisatorische Ebene wiederum einen *kurzfristigen* Handlungsbedarf bei allen Potenzialkriterien die

Unternehmenseinsatzform betreffend auf. Die Ebenen darunter weisen einen *mittelfristigen* Handlungsbedarf aufgrund ihres geringen Einflusses in der Gestaltung der Unternehmenseinsatzform auf.

Einflussgröße Geschäfts- und Kooperationsmodelle (E.2)

Die Sphäre der Planung (SP-P) umfasst in diesen Potenzialkriterien *kleinen* Handlungsbedarf, da die Planer keinerlei Gestaltungsmöglichkeit im Bereich der Geschäfts- und Kooperationsmodelle der ausführenden Unternehmen haben. In der Sphäre Ausführung (SP-A) besteht hingegen beim Zusammenschluss unter einer Dachmarke sowie bei Übernahmen durch Unternehmen *mittlerer* Handlungsbedarf, da dies vor allem langfristige rechtlich abgesicherte Partnerschaften betrifft. Die Gründung neuer Unternehmen und Abteilungen ist hingegen für diese Sphäre *groß*, da durch die zunehmende Nachfrage dies eine Möglichkeit darstellt, eine Markterweiterung zu erreichen. In der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) besteht demgegenüber in allen Potenzialkriterien dieser Einflussgrößen *großer* Handlungsbedarf.

In der Sphäre Planung (SP-P) besteht kleiner Handlungsbedarf, wodurch auch keine weitere Bewertung der zeitlichen Umsetzung der Handlungsbedarfe vorgenommen wird. Die Sphäre Ausführung (SP-A) weist im Rahmen der Geschäfts- und Kooperationsmodelle auf strategischer Ebene *kurzfristigen* Handlungsbedarf auf, da diese Ebene die Entscheidungsgewalt diesbezüglich innehat und dafür auch die Verantwortung in den Unternehmen trägt. Demgegenüber hat die organisatorische, operative und technologische Ebene *langfristigen* Handlungsbedarf, da ihr Einfluss an dieser Stelle gering ausfällt.

In der Sphäre der Planung & Ausführung (SP-P&A) ergibt sich eine nahezu idente Verteilung des zeitlichen Handlungsbedarfes, welcher allerdings zusätzlich auf organisatorischer Ebene aufgrund der zugrunde liegenden Unternehmensstruktur als *mittelfristig* einzustufen ist. Die organisatorische Ebene kann diesbezüglich eine Mitgestaltung vornehmen, allerdings hat die strategische Ebene zumeist die alleinige Entscheidungsgewalt.

Einflussgröße Personalentwicklung (E.3)

Innerhalb der Sphäre Planung (SP-P) wird der Handlungsbedarf die Personalentwicklung betreffend in der Qualifikationseinstufung der Führungs- und Leitungsebene sowie bei Facharbeitern als *klein* angesehen. Dies ergibt sich aufgrund des Umstandes, dass die Planer von den Ausführenden zwar ein Qualifikationsprofil fordern können, jedoch auf dieses keinen Einfluss haben. Allerdings wird der Weiterbildungsbedarf in dieser Sphäre mit einem *großen* Handlungsbedarf verknüpft, da die Forderungen diesbezüglich durchaus mit Präqualifikationen im Rahmen der Ausschreibungen verknüpfbar sind. Die Sphäre Ausführung (SP-A) sowie auch die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) weist sowohl bei der Qualifikation der unterschiedlichen Ebenen, als auch die Weiterbildung betreffend

großen Handlungsbedarf auf, da die Personalentwicklung in den Unternehmen zur Etablierung neuer Systeme und Kompetenzen eine unbedingte Voraussetzung für einen langfristigen Erfolg darstellt.

Der Handlungsbedarf in der Sphäre Planung (SP-P) ist über alle Ebenen des Bauprozessmanagements hinweg als *kurzfristig* anzusehen, da alle Ebenen gleichermaßen davon betroffen sind und großer Handlungsbedarf aufgrund der technischen Entwicklungen, sowie auch durch die zunehmende Marktdurchdringung besteht. In der Sphäre der Ausführung (SP-A) sowie der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) besteht sowohl in der Qualifikationsentwicklung als auch im Weiterbildungsbedarf auf strategischer, organisatorischer, operativer und technologischer Ebene ebenso durchwegs *kurzfristiger* Handlungsbedarf. Dieser betrifft sowohl sämtliche technische als auch alle bauwirtschaftlichen, baubetrieblichen sowie baurechtlichen Themenfelder gleichermaßen. Es zeigt sich, dass dem Thema der laufenden Qualifikation in allen Prozess- und Managementebenen des Holzbaus vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

6.4.2.9 Fazit zur Gewichtung und Bewertung der Einfluss- und Prozessfaktoren

In diesem Abschnitt wurde die Gewichtung und Bewertung der einzelnen Potenzialkriterien gemäß den Umfrageergebnissen für die unterschiedlichen Einfluss- und Prozessfaktoren vorgenommen. Dies erfolgte in Kombination mit den Ergebnissen und Schlüssen der zusätzlich vorgestellten Expertenbefragungen und Arbeitsstudien sowie den Erkenntnissen aus zahlreichen Forschungsprojekten. Die Korrelation der Ergebnisse dieser Untersuchungen erlaubt dabei die Gewichtung der Potenzialkriterien ebenso wie die zeitliche Einordnung der Handlungsbedarfe. Dabei kommt dem Umfang des jeweiligen Handlungsbedarfes eine wesentliche Bedeutung zu, um die daraus ableitbaren Aktivitäten zu fördern und in den *kurz-, mittel- und langfristigen* Erfordernissen der Entwicklung zu berücksichtigen.

Aufgrund dieser Gewichtung und Bewertung lässt sich im Weiteren, ausgehend von den erläuterten Modellierungsgrundsätzen (Vgl. Kap. 6.1), ein Bauprozessmodell für den Holzsystembau ableiten.

6.5 Bauprozessmodell im Holzsystembau

Das Denkmodell des Systems Engineering (Vgl. Kap. 6.1) fungiert als Leitfaden in der gegliederten Vorgehensweise zur Gestaltung von Systemen und zur Darstellung von Strukturen sowie Zusammenhängen und erlaubt es, ausgehend von erhobenen und bewerteten Daten eine transparente und systematische Modellbildung vorzunehmen. Daher bildet die Integration der im Abschnitt 6.4.2 durchgeführten Gewichtung und Bewertung einzelner Potenzialkriterien, welche auf den Einfluss- und Prozessfaktoren aufbauen, ebenso wie die Kategorisierung in *kurz-, mittel- und langfristige Handlungsbedarfe* die Basis für die Einstufung auf den vier Ebenen des Bauprozessmanagements, welche Teil des Bauprozessmodells sind.

Die Festlegung (Deklaration) der Einflussgrößen und deren Zuordnung (Allokation) zu den drei Wirkebenen (Sphären) Planung (SP-P), Ausführung (SP-A) und Planung & Ausführung (SP-P&A) bedingt auf strategischer, organisatorischer, operativer und technologischer Ebene jeweils unterschiedliche Handlungsbedarfe, welche durch einen deduktiven Schluss die technisch-bauwirtschaftlichen Maßnahmenpakete in die Geschäftsprozesse integrieren und die hierzu erforderlichen Informationssysteme und Kompetenzprofile im Sinne einer Operationalisierung in den Unternehmen demonstrieren.

Das nachfolgende Bild 6.41 berücksichtigt in der Vorgehensweise sämtliche Einflüsse und Auswirkungen der Geschäftsprozesse ebenso wie jene aufgrund technisch-bauwirtschaftlicher Maßnahmen.

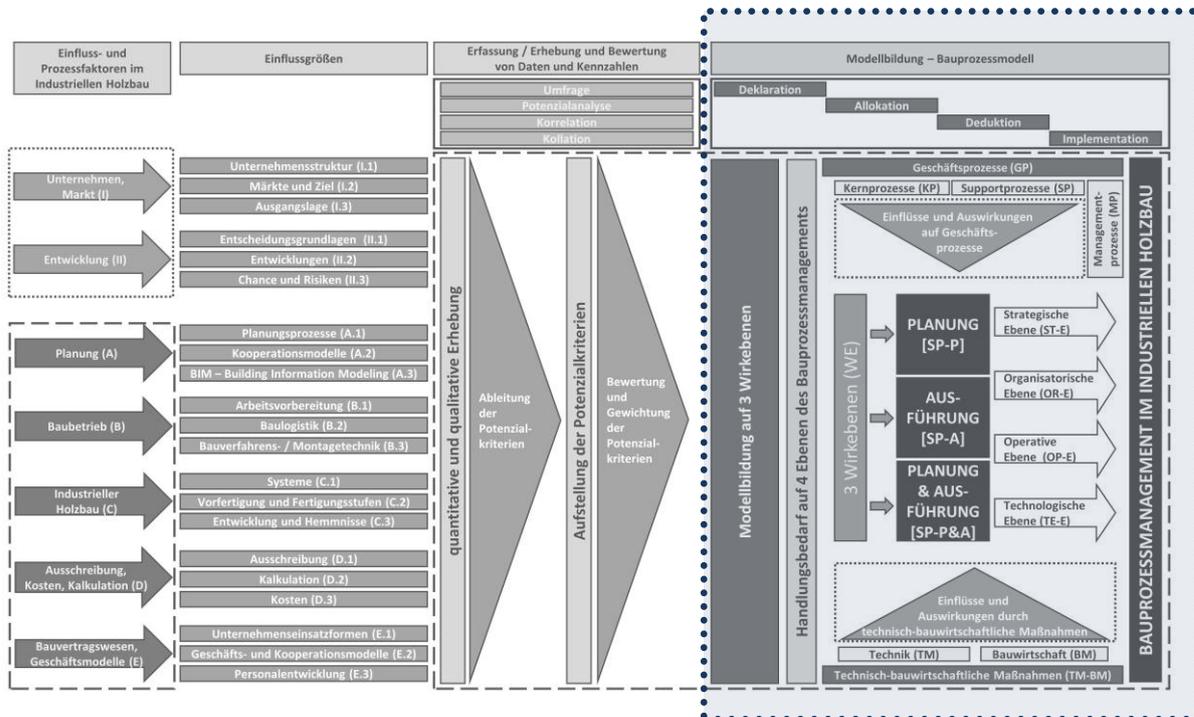


Bild 6.41 Prozess der Modellbildung – Integration Geschäftsprozesse und technische-bauwirtschaftlicher Maßnahmen in Sphären des Bauprozessmanagements des Holzsystembaus

Innerhalb der dargestellten Einfluss- und Prozessfaktoren wurden die bestehenden Einflussgrößen gefiltert, welche Potenzial in der künftigen Bearbeitung von Projekten des Holzbaus aufweisen. Diese unterschiedlichen Potenzialkriterien, welche in Kap. 6.4.1 umfassend erläutert und klassifiziert und im daran anschließenden Kap.6.4.2 gewichtet und bewertet wurden, bilden die Ausgangsbasis für die weiteren in diesem Abschnitt erläuterten Handlungsbedarfe innerhalb der Sphären des Bauprozessmodells. Die Zuordnung dieser Potenzialkriterien zu den Einfluss- und Prozessfaktoren sowie deren Gewichtung und Bewertung ergeben ein Gesamtbild, welches auf den unterschiedlichen Ebenen des Bauprozessmanagements die Auswirkungen bzw. den Handlungsbedarf in differenzierter Dimensionsausprägung (*klein, mittel, groß*) sowie in zeitlicher Verortung (*kurz-, mittel- und langfristig*) beinhalten. Diese Gesamtdarstellung der Sphärenzuordnungen innerhalb des Bauprozessmodells im Holzsystembau mit den einzelnen Gewichtungen und Bewertungen ist in nachfolgendem Bild 6.42 zusammengefasst und findet sich auch im Anhang.

Die dabei auftretenden Prozessketten, welche von der Planung ausgehend über den Baubetrieb, den technischen Themen wie dem Industriellem Holzbau sowie den bauwirtschaftlichen Bereichen Ausschreibung, Kalkulation Kosten und den bauvertraglichen Fragen reichen, erfahren innerhalb dieser Modellbildung eine ganzheitliche Betrachtung, indem sie von unterschiedlicher Sphäre bewertet werden, um aus der jeweiligen Wirkungsebene heraus die Handlungsoptionen ableiten zu können. Es zeigt sich, dass sowohl die Auswirkungen als auch die Handlungsbedarfe durchwegs als groß einzustufen sind, wobei Unterschiede vor allem bei planerischen und baubetrieblichen Themen je Sphäre bestehen.

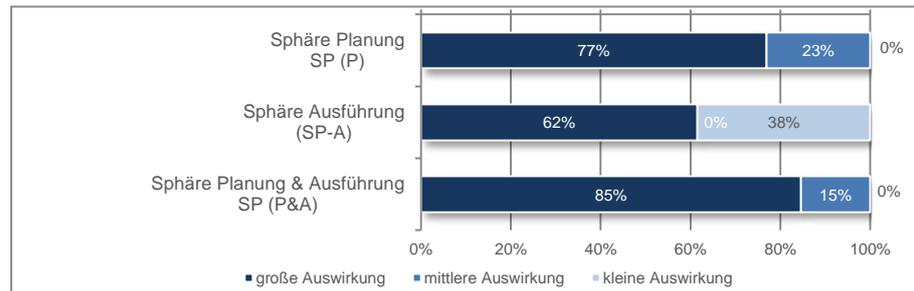


Bild 6.43 Verteilung Auswirkungen je Sphäre nach Gewichtung und Bewertung der Potenzialkriterien

Tendenziell ergibt sich aufbauend auf der Gesamtdarstellung eine Übersicht zur Verteilung des Handlungsbedarfes in den einzelnen Sphären (Bild 6.44), welche in der Sphäre Planung (SP-P) einen weitaus größeren Anteil – mit rund 1/3 – *kleine* Handlungsbedarfe aufweist, als in der Sphäre Ausführung (SP-A) bzw. Planung & Ausführung (SP-P&A). Dennoch zeichnet sich in der Sphäre Planung in mehr als der Hälfte der Potenzialkriterien *großer* Handlungsbedarf ab.

In der Sphäre Ausführung (SP-A) besteht in Summe gesehen vorwiegend mehr *mittlerer* als *kleinerer* Handlungsbedarf zur Nutzung der Potenzialkriterien. Der Anteil an *großem* Bedarf ist nahezu ident mit jenem der Sphäre Planung. In der Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) beträgt der Anteil an großem Handlungsbedarf rund 80 %, jener für mittleren Bedarf lediglich 20 %.

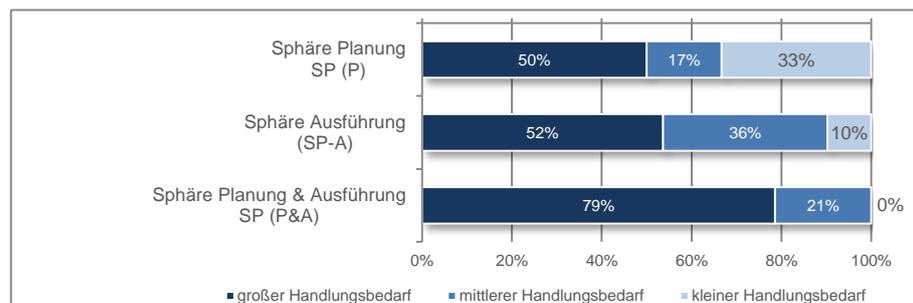


Bild 6.44 Verteilung Handlungsbedarf je Sphäre nach Gewichtung und Bewertung der Potenzialkriterien

Diese zu setzenden Aktivitäten haben gemäß den nachfolgenden Grafiken (Bild 6.45) unterschiedliche Zeithorizonte in der Umsetzung. Die durchgeführte Bewertung ergibt dabei, dass in der Sphäre Planung (SP-P) die Handlungsbedarfe zum großen Teil *kurzfristig* sind, wohingegen jene in der Sphäre Ausführung (SP-A) sich eher gleichmäßig auf *kurz-, mittel- und langfristig* verteilen. Die Sphäre Planung & Ausführung (SP-P&A) hat über alle Ebenen des Bauprozessmanagements verteilt zu mehr als 50 % *kurzfristigen* Handlungsbedarf die einzelnen Potenzialkriterien betreffend.

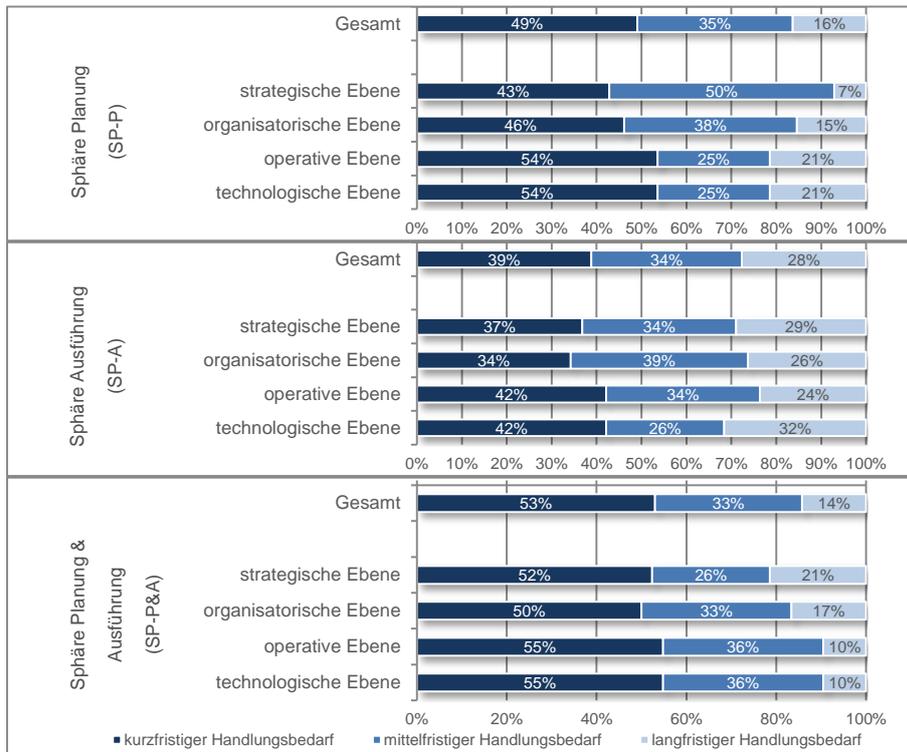


Bild 6.45 Zeitliche Verteilung der Handlungsbedarfe je Sphäre

Aufgrund der Zuordnung sämtlicher Potenzialkriterien zu den einzelnen Sphären, sowie durch die Gewichtungen und Bewertungen selbiger kann unter Einbeziehung der Geschäftsprozesse sowie der Berücksichtigung technisch-bauwirtschaftlicher Maßnahmen ein 3-Sphären-Modell für den Holzsystembau abgeleitet werden.

3-Sphären-Modell im Holzsystembau

Dieses Modell auf Basis von den drei Wirkebenen – Planung, Ausführung sowie Planung & Ausführung – beinhaltet einerseits eine Zuordnung zu den vier Ebenen des Bauprozessmanagements – strategisch, organisatorisch, operativ und technologisch – und andererseits Einflüsse und Auswirkungen, welche für die Geschäftsprozesse sowie die technisch-bauwirtschaftlichen Maßnahmen bestehen.

Die nachfolgende Darstellung (Bild 6.46) bildet dieses Bauprozessmodell speziell für den Industriellen Holzbau in seiner Gesamtheit ab und benennt die Einflussgrößen aus den prozessorientierten Managementbereichen sowie jene Maßnahmen, welche notwendig sind, um dieses Modell in der Realität im Unternehmen auch implementieren zu können. Die dabei auftretenden Auswirkungen durch technische Umsetzungen und bauwirtschaftliche Schlüsselfaktoren sowie die hierzu erforderlichen Handlungsbedarfe sind gemäß der Bewertung im vorangegangenen Abschnitt für die

erfolgreiche Implementierung eines derartigen Bauprozessmodells verantwortlich. Dieses Bauprozessmodell auf Grundlage des Bauprozessmanagements dient der Prozess- und Bauablaufoptimierung im Holzsystembau.

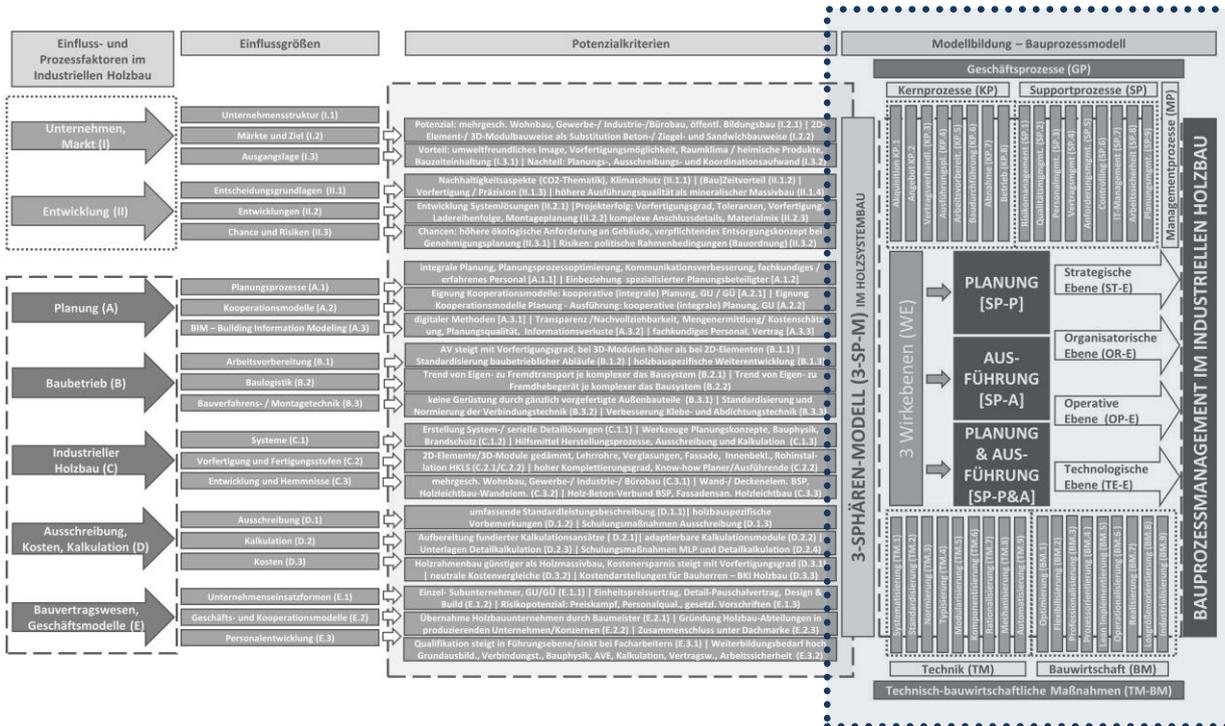


Bild 6.46 Gesamtdarstellung Bauprozessmodell Holzsystembau – 3-Sphären-Modell im Bauprozessmanagements

Demnach sind die Kernprozesse in den Unternehmen der jeweiligen Sphäre ebenso wie die Supportprozesse an die technischen und baubetrieblichen Gegebenheiten des Holzsystembaus anzupassen sowie die (produktions-)technischen Voraussetzungen zu schaffen, um die wirtschaftlichen Einflussgrößen und bestehenden Potenziale steuern zu können.

Das nachfolgende Bild 6.47 veranschaulicht den Ausschnitt des Bauprozessmodells sowie die dabei auftretenden Zusammenhänge.

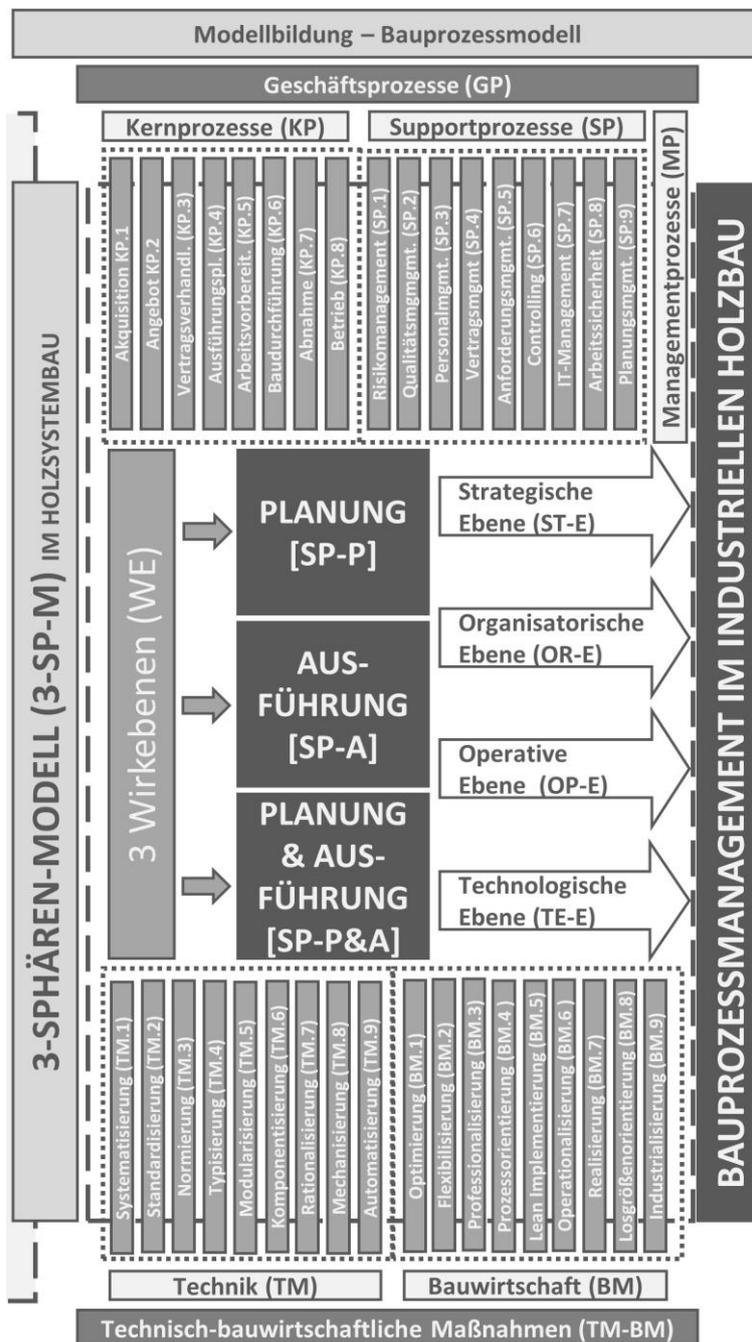


Bild 6.47 Ausschnitt Bauprozessmodell Holzsystembau – 3-Sphären-Modell im Bauprozessmanagement

Dies kann aufgrund zahlreicher Maßnahmen und Anpassungsstrategien erfolgen, welche auf allen Ebenen des Bauprozessmanagements gleichermaßen zu integrieren sind. Die hierfür notwendigen Strategien zur Implementierung sowie die umzusetzenden Maßnahmen sind im nun folgenden abschließenden Kapitel dieser Betrachtung näher erläutert.

7 Implementierung des Bauprozessmodells im Holzsystembau

Die Einbettung von Bauprozessen in die Organisationen des Holzsystembaus anhand eines Referenzmodells erfordert Strukturen und Maßnahmen, welche die Anforderungen und auch die Rahmenbedingungen in einer ganzheitlichen Herangehensweise auf allen Handlungsebenen und Verantwortungsbereichen berücksichtigen. Prozessmodelle bestimmen demnach „*wer welche Aufgaben in welcher Reihenfolge mit welchen Hilfsmitteln ausführt, um ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen.*“¹³⁴⁵ Aufbauend auf der im vorangegangenen Abschnitt durchgeführten Ableitung von Kriterien, welche das Potenzial zur Optimierung des Holzsystembaus beinhaltet, sowie die Gewichtung und anschließenden Bewertung samt Zuordnung innerhalb des 3-Sphären-Modells wird in diesem Kapitel die Implementierung dieses Bauprozessmodells in die Branchen- und Unternehmensstruktur des Holzbaus betrachtet. Dabei ist eine Operationalisierung der Wirkung der technisch-bauwirtschaftlichen Maßnahmen ebenso von Bedeutung für die Weiterentwicklung, wie die Adaptierung der Geschäftsprozesse in Bezug auf die Handlungsstrukturen im Holzsystembau. Das dargestellte Potenzial der einzelnen Kriterien in den verschiedenen Einfluss- und Prozessfaktoren formt somit die Basis für die weitere Entwicklung einzelner Unternehmen, aber auch für die Geschäftsprozesse der gesamten Holzbau-Branche. Die Entwicklung von Geschäftsmodellen fordert auf allen Ebenen Handlungen, welche die Prozesse sowie die handelnden Personenkreise im Fokus haben, um durch die Kombination und individuelle Weiterentwicklung eine kontinuierliche Optimierung zu erreichen. Dabei sind sowohl die Planungs-, als auch die Vorfertigungs- und Baustellenprozesse als Teil einer Geschäftsmodellentwicklung anzusehen, um die Kostenstruktur zu optimieren und die Prozessorientierung zu forcieren.

Das daraus entstehende Kompetenzprofil zeigt sich in den unterschiedlichen Sphären – Planung (SP-P), Ausführung (SP-A) sowie Planung & Ausführung (SP-P&A) – und vier Ebenen des Bauprozessmanagements. Die Einflüsse durch technisch-bauwirtschaftliche Maßnahmen, welche mit den Geschäftsprozessen verschränkt eine Operationalisierung der Prozesse erlauben, liefern als Ergebnis der Modellbildung eine Strukturdarstellung, welche im Kern ein Prozessmodell beinhalten. Anhand dessen kann das Ergebnis – in diesem Fall die Prozess- und Bauablaufoptimierung des Holzsystembaus – aufgrund unterschiedlicher Maßnahmen und Hilfsmittel erreicht werden. Die daraus abgeleiteten Managementaufgaben bilden in Form des Bauprozessmanagements die übergeordnete Struktur für eine Professionalisierung des Industriellen Holzbaus.

¹³⁴⁵ OBERMEIER, S. et al.: Geschäftsprozesse realisieren – Ein praxisorientierter Leitfadens von der Strategie bis zur Implementierung. S. 96

7.1 Operationalisierung und Implementierungsstrategie im Holzsystembau

Die Umsetzung von Prozessen in einem Unternehmen, deren Organisation sowie Entwicklungsverlauf hängt stark von der Flexibilität des Unternehmens und deren handelnden Personen ab. Diese Herausforderung zur Erreichung eines wirtschaftlichen Nutzens bedarf demnach einer Agilität, welche sich durch die gesamte Organisation zieht, um im Sinne einer Serviceorientiertheit der einzelnen Abteilungen und Fachbereiche gemeinsam eine Verbesserung zu bewirken.¹³⁴⁶ Hierzu sind für die Prozess- und Bauablaufoptimierung – aufbauend auf dem im Abschnitt 6.5 erläuterten 3-Phasen-Modell – einerseits technisch-bauwirtschaftliche Maßnahmen notwendig, welche die technischen Voraussetzungen und bauwirtschaftlichen Erfordernisse in den Einflussbereichen und Abläufen der Unternehmen integrieren. Andererseits bilden die Geschäftsprozesse mit den Kern- und Supportprozessen sowie den dazu ergänzenden Managementprozessen innerhalb des Unternehmens den notwendigen Rahmen, um die Realisierung aufgabenorientierter Ansätze im Holzsystembau zuzulassen. Das Bauprozessmodell des Holzsystembaus hat demnach gemäß Bild 7.1 Auswirkungen und Einflüsse gleichermaßen von beiden Seiten.

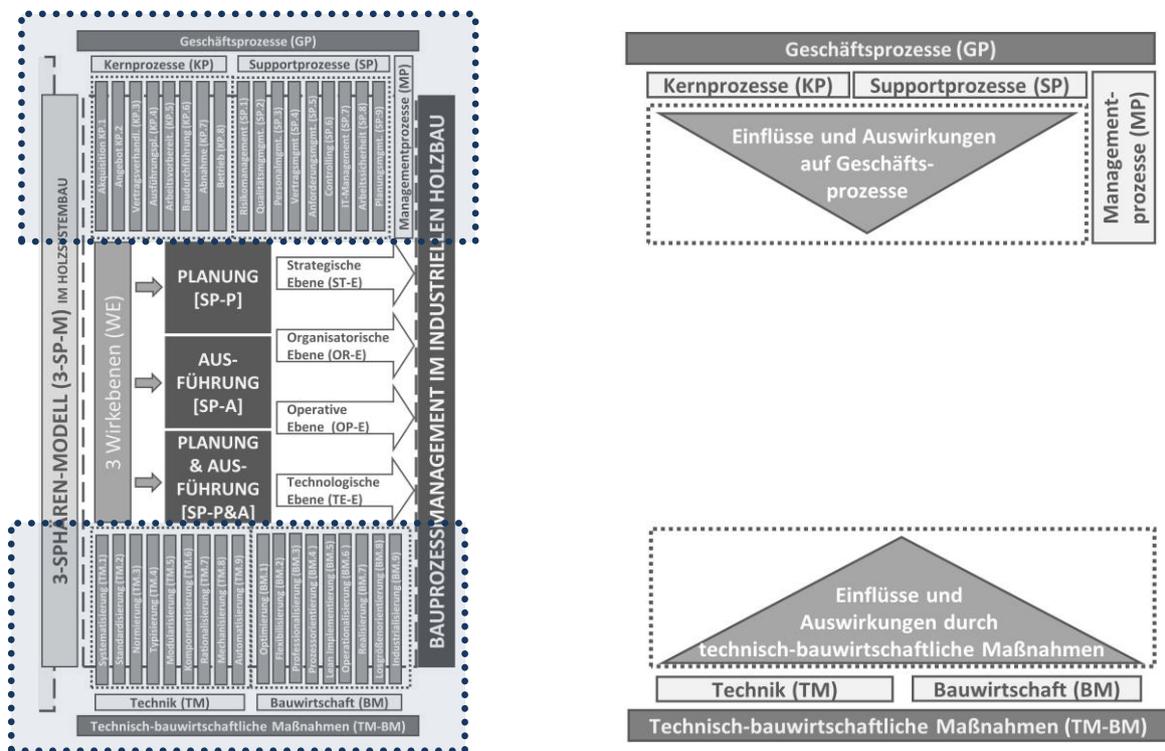


Bild 7.1 Bauprozessmodell Holzsystembau – Ausschnitt Einflüsse und Auswirkungen

¹³⁴⁶ Vgl. OBERMEIER, S. et al.: Geschäftsprozesse realisieren – Ein praxisorientierter Leitfaden von der Strategie bis zur Implementierung, S. V

In den nun folgenden Abschnitten werden die Geschäftsprozesse sowie die technisch-bauwirtschaftlichen Maßnahmen in Bezug zum Holzsystembau einerseits, sowie in der Verlinkung zu den jeweiligen Grundlagen aus Abschnitt 2 und 3 andererseits gebracht.

7.1.1 Geschäftsprozesse (GP)

Die Geschäftsprozesse setzen sich aus den Kernprozessen und den Supportprozessen (Vgl. Kap. 2.1.2.4) sowie den Managementprozessen zusammen, und bilden demnach Einfluss- und Prozessfaktoren gleichermaßen innerhalb des Bauprozessmanagements.

Die *Kernprozesse (KP)* werden dabei gemäß der allgemeinen Managementlehre im Bauwesen (Vgl. Kap. 2.1.3) aus der Akquisition, dem Angebot, der Vertragsverhandlung, der Ausführungsplanung, der Arbeitsvorbereitung, der Baudurchführung, der Abnahme und dem Betrieb gebildet. Sie stellen operative Prozesse der Leistungserstellung dar.

Die *Supportprozesse (SP)* setzen sich aus dem Risikomanagement, dem Qualitätsmanagement, dem Personalmanagement, dem Vertragsmanagement, dem Anforderungsmanagement, dem Controlling, dem IT-Management, der Arbeitssicherheit, dem Planungsmanagement und dem Betrieb zusammen. Supportprozesse sind unterstützende bzw. steuernde Prozesse, welche eine optimale Umsetzung der Kernprozesse erst ermöglichen bzw. diese gemäß dem PDCA-Zyklus planen, koordinieren, überprüfen und dokumentieren (Vgl. Kap. 3.5.2).

Zusätzlich beinhalten die *Managementprozesse (MP)* neben der Zielentwicklung und Unternehmensvision auch das normative, strategische und operative Management eines Unternehmens (Vgl. Kap. 2.1.1)

Im nachfolgenden Bild 7.2 stellen sich diese Geschäftsprozesse als Ausschnitt des Bauprozessmodells dar.

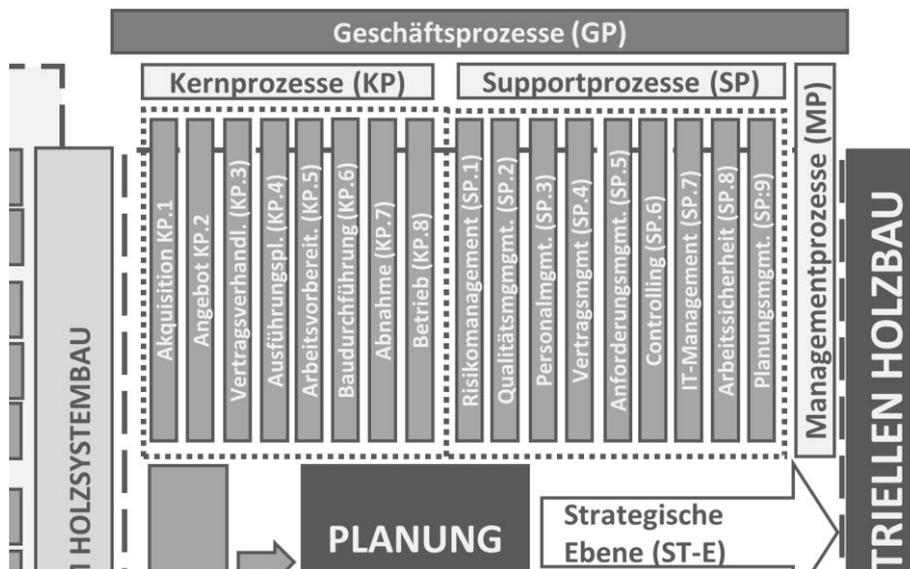


Bild 7.2 Bauprozessmodell Holzsystembau – Ausschnitt Einflüsse und Auswirkungen der Geschäftsprozesse

Um eine erfolgreiche *langfristige* Implementierung des Bauprozessmodells im Holzsystembau zu ermöglichen, sind zahlreiche Aufgaben und Maßnahmen erforderlich, um die Potenziale in Form von Erfolgsfaktoren nutzen zu können. Dabei leiten sich die Potenziale sowohl aus der Umfrage und den daraus abgeleiteten Einflussgrößen ab, ebenso wie aus den im Zuge der Forschungsmaßnahme durchgeführten Expertenbefragungen sowie Forschungsprojekten und Literaturstudien zur Bauprozessoptimierung im Holzbau (Vgl. Kap. 5). Der Vergleich der erhobenen Daten zu den Grundlagen aus der Literatur und den Tendenzen innerhalb der Forschungsprojekte erlaubt eine Fokussierung auf Aktivitäten und Handlungsalternativen zum derzeitigen Ablauf.

Demnach lassen sich die nachfolgenden Implementierungsstrategien im Bereich der Geschäftsprozesse (GP) zusammenfassen, wobei in Kernprozesse (KP), Supportprozesse (SP) sowie Managementprozesse (MP) unterschieden wird.

7.1.1.1 Kernprozesse (KP)

Die *Akquisition (KP.1)* bildet gemäß Kap. 2.1.3 den Grundsatz für die erfolgreiche Umsetzung eines Projektes, wobei sie im Sinne des Bauprozessmanagement nicht als Erfolgsfaktor, sondern lediglich die Voraussetzung für die Messbarkeit für diesen ist. In der Akquisition innerhalb des Holzbaus sollte zur künftigen Markterweiterung eine Anpassung der Strategie in Richtung Generalunternehmer bzw. Generalübernehmer und weiterer Abwandlungen dieser Unternehmenseinsatzformen angestrebt werden. Dies erlaubt durch gemeinschaftliches Anbieten von Ausführenden

bzw. Planenden und Ausführenden eine Umsetzung großvolumiger Holzbauten (Vgl. Kap. 4.2.4). Dabei kann die Akquisition in Form unterschiedlicher Kooperationsmodelle sowie auch Zusammenschlüssen unter einer Dachmarke bzw. auch durch die Eingliederung in bestehende Konzernstrukturen erfolgen. Wesentlich ist hierbei die kooperative Akquisition und Durchführung der Projekte, was auch die Basis für den gemeinschaftlichen Projekterfolg bildet (Vgl. Kap. 2.5.2).

Aufbauend auf der Akquisition erfolgt in einem weiteren Kernprozess die *Angebotslegung (KP.2)* gemäß Kap. 2.3.3 durch das Unternehmen bzw. durch die Vertreter des Kooperationsmodells. Diese sollte umfassend sowie detailliert, ebenso wie professionell und begründet sein, um die daraus abgeleitete Vertragskonstellation auch rechtssicher zu gestalten. Zu diesem Zweck sind gesicherte Kalkulationsansätze erforderlich, wie eine Kostenplanung aufbauend auf vergleichbarer gesicherter Datenbasis (Vgl. Kap. 4.4.2). Die Ausschreibungen im Holzbau bedürfen somit wie die Kalkulation einer detaillierten, materialgerechten und unternehmensneutralen Beschreibung und Aufarbeitung sowie einer sach- und fachkundigen Durchführung von im Holzbau geschulter Personenkreise (Vgl. Kap. 4.4.1).

Die *Vertragsverhandlung (KP.3)* ist abhängig von der Art der Ausschreibung bzw. dem zugrunde liegenden Vergabemodell. Im Rahmen der Verhandlungen sollte der Fokus auf technisch realisierbaren und gleichzeitig wirtschaftlichen Lösungen liegen, welche zu einem angemessenen Preis durch die Beteiligten umgesetzt werden können, ohne dabei von vornherein die Preisuntergrenze unterschreiten zu müssen (Vgl. Kap. 2.3.1). Je größer die Objekte im Holzbau werden und je umfangreicher der Leistungsumfang wird, desto eher besteht die Chance innerhalb der Vertragsverhandlungen in eine bedeutendere Position, weg vom klassischen Subunternehmer hin zum *Anbieter von Lösungen aus einer Hand* zu gelangen.

Das Thema *Ausführungsplanung (KP.4)* bedarf im Holzsystembau eines weitreichenden substanziellen Planungsprozesses, welcher zu einem frühen Zeitpunkt unter Einbindung zahlreicher Gewerke, Beteiligten und Entscheidungsträger ein umfassendes, detailliertes virtuelles Bild der künftigen Realität einen Gesamtlösungsvorschlag beinhaltet (Vgl. Kap. 2.2.5). Dabei kommt den holzbauverantwortlichen Planern und Ausführenden besondere Bedeutung zu, da sie die Entscheidungen des Bestellers in einer Art serviceorientierten Umsetzung aus einer Hand lenken sollten (Vgl. Kap. 4.3.4).

Wesentlich im Sinn einer fortschreitenden Mechanisierung bis hin zur Automatisierung der Arbeitsprozesse ist die holzbauspezifische (Weiter-)Entwicklung der *Arbeitsvorbereitung (KP.5)* in Richtung einer Fertigungsplanung nach den Prinzipien der stationären Industrie (Vgl. Kap. 2.4.2). Dabei sind zusätzlich zur Planung der Fertigungsabläufe innerhalb der Vorfertigung vor allem die Baustellenprozesse im baubetrieblichen Kontext

der Montageplanung, Logistik und Bauverfahrenstechnik ausführlich und nach Bausystem differenziert zu betrachten (Vgl. Kap. 4.5.1).

Im Sinne einer optimierten *Baudurchführung (KP.6)* ist die Konzeption der Montageplanung sowie die Umsetzung der Bauverfahrenstechnik sowohl detailliert im Vorfeld zu betrachten, als auch in der Realisierungsphase umfangreich zu überwachen (Vgl. Kap. 2.4.4). Lediglich dadurch ist eine durchgängige Qualitätssicherung möglich. Aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades im Industriellen Holzbau kommt der Phase der Baudurchführung große Bedeutung zu, da innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes der Bauprozess mit exakt vorab definierten Bauteilen erfolgt (Vgl. Kap. 4.1.5). In dieser Phase ist zur Erreichung eines maximalen Projekterfolges eine Anpassung aufgrund von Fehlern in der Planung und Fertigung sowie aufgrund revidierter Entscheidungen des Bestellers möglichst zu vermeiden.

Der *Abnahme (KP.7)* wird im Bauwesen aufgrund des Haftungsüberganges vom Auftragnehmer zum Auftraggeber eine wesentliche Bedeutung zuteil. Dabei erfolgt im Zuge der Fertigung im Industriellen Holzbau eine interne Vorabnahme, welche die schwer bis nicht korrigierbaren Mängel innerhalb der Fertigung aufzeigt und diese noch vor dem Einbau auf der Baustelle korrigierbar macht (Vgl. Kap. 2.1.5). Dieses Thema steht somit in engem Zusammenhang mit einer lückenlosen Qualitätssicherung mit Bezug zur Fertigung sowie der Montage vor Ort.

Das Thema Betrieb (KP.8) im Sinne eines Kernprozesses stellt in dieser Betrachtung lediglich einen Randbereich dar, da die meisten Holzbauunternehmen den Betrieb der gebauten Objekte nicht in ihrem Portfolio beinhalten. Dennoch würde vor allem der Bereich der laufenden Kontrollen sowie Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen für die ausführenden Holzbauunternehmen (KMU) durchaus eine ergiebige Erweiterung der Geschäftsmodelle im Bereich des Betriebs von Objekten darstellen.

7.1.1.2 Supportprozesse (SP)

Innerhalb der Supportprozesse treten zahlreiche unterstützende Aufgaben in den Vordergrund, wobei vor allem das Thema des *Risikomanagements (SP.1)* grundlegende Beachtung im Holzbau finden sollte. Die ausschließliche Fokussierung auf die Fertigungsprozesse aufgrund der kurzen Bauzeit transferiert die Risikoeinschätzung weg von der Baustelle hin zur Produktion. Dennoch gestalten sich Baustelleneinflüsse vor allem aus anderen Sphären sowie Gewerken als maßgebend für die Realisierung des Holzbaus (Vgl. Kap. 3.5.4). Deshalb sollte der Fokus auch die Baustellenprozesse umfassen, um nicht durch unerwartete Risiken bereits generierte Erfolge in der Projektabwicklung im Zuge des Bauprozesses zu verlieren. Die Integration von Lean Thinking in den Bauprozess wirkt hierbei sehr unterstützend (Vgl. Kap. 3.5.3).

Ähnlich verhält es sich auch im Bereich des *Qualitätsmanagements* (SP.2), bei welchem ebenso die Baustellenprozesse einer verstärkten Fokussierung bedürfen. Es zeigt sich vor allem durch den Wechsel involvierter Personenkreise vom Werk hin zur Baustelle, dass die kontinuierliche Qualitätssicherung wesentlich detaillierter sein sollte, je höher der Komplettierungsgrad und damit die Anzahl involvierter Gewerke auf der Baustelle ist (Vgl. Kap. 2.1.1).

Das *Personalmanagement* (SP.3) als wesentlicher Supportprozess innerhalb des Bauprozessmodells des Holzsystembaus bedarf durch die Komplexität der Planungen und Konstruktionen einer erhöhten Aufmerksamkeit, da die Sicherung der kontinuierlichen Qualität lediglich mit qualifizierten Planern und Ausführenden möglich ist. Die Aus- und Weiterbildung des involvierten Personals inkl. aller Entscheidungsträger scheint gemeinsam mit der technischen Weiterentwicklung und Simplifizierung das geeignetste Instrument sowohl in der Qualitätsverbesserung, als auch in der Weiterentwicklung von Bausystemen zu sein (Vgl. Kap. 4.2.6).

Das Thema Bauvertragswesen mit dem *Vertragsmanagement* (SP.4) stellt im Holzsystembau eine wesentliche Komponente dar und umfasst die rechtliche Berücksichtigung der Kooperationen und Formen des Zusammenwirkens, vor allem zur Erreichung des vereinbarten Leistungszieles. Das damit zusammenhängende Bau-Soll bedarf im Industriellen Holzbau aufgrund der Vorfertigung einer umfassenden und hinreichend exakten textlichen und planlichen Erfassung (Vgl. Kap. 4.4.1). Speziell im Hinblick auf den kontinuierlich zunehmenden Leistungsumfang, welchen die Holzbauunternehmen vermehrt anbieten und übernehmen, ist die Aufmerksamkeit auf eine detaillierte und ausgewogene Vertragsgestaltung mit möglichst geringen Interpretationsspielräumen aufgrund unzureichender Planung und Ausschreibung zu legen (Vgl. Kap. 4.2.4).

Die Komplexität von Bauvorhaben sowie die Einmaligkeit der gebauten Objekte bedürfen eines *Anforderungsmanagements* (SP.5), welches das eigentliche Ziel neben der Dokumentation zur Erreichung desselben ebenso beinhaltet, wie die Abstimmungen untereinander und deren Organisation. Es geht um ein gemeinsames Verständnis, sowohl bzgl. der Technik als auch betreffend Kundenorientiertheit und Risikoverteilung. Durch die Vorfertigung bedarf es einer zeitlichen Vorverlagerung eines umfangreichen Anforderungsmanagements mit exakter Definition der Produkte und Systeme, um einerseits Eindeutigkeit und andererseits Nachweisbarkeit und Widerspruchsfreiheit in der Umsetzungsphase zu gewährleisten (Vgl. Kap. 4.4.1).

Der Supportprozess des *Controllings* (SP.6) bezieht sich im Holzsystembau auf die Fertigungsprozesse und auf Baustellenabläufe. Die kurzen, aber dafür zeit- und kostenintensiven Einsätze in der Montagephase durch die Integration von Bauteilen mit einem hohen Komplettierungsgrad erfordern seitens der Baustellenführungskräfte entgegen des üblichen 14-tägigen, wöchentlichen bzw. monatlichen Baustellencontrollings wesentlich

kürzere Perioden des Soll-Ist-Vergleiches, um rasch auf nicht zufriedenstellende Situationen reagieren zu können. Demnach wird dem Thema einer angepassten Arbeitskalkulation mit einem mehrmals pro Woche stattfindenden Baustellencontrolling im Industriellen Holzbau als Teil der Arbeitsvorbereitung bzw. Fertigungsplanung verstärkte Aufmerksamkeit zuteil (Vgl. Kap. 4.5.1).

Das *IT-Management (SP.7)* beinhaltet sämtliche Werkzeuge und Hilfsmittel, welche die operative Durchführung der Arbeitsprozesse unterstützen und auch die Planung sowie das Thema Datenübertragung für die Fertigungsprozesse beinhalten. Die hierfür notwendigen Instrumente bedürfen einer holzbauspezifischen Anpassung, sowohl an die Fertigungssysteme als auch an die Anforderungen der Planungsteams und die Arbeitsvorbereitung. Vor allem durch die integrale Planung sowie durch BIM-spezifische Anforderungen, welche in den Baustellenprozessen im Vergleich zu den Fertigungsabläufen noch Fuß fassen müssen (Vgl. Kap. 4.3.4), entstehen Anforderungen und technische Voraussetzungen in der IT, welche die Komplexität in den Details und Schnittstellen nachvollziehbar und bearbeitbar gestalten. Diese Komplexität ist auch die Ursache für eine weitreichende Aus- und Weiterbildung in Zusammenhang mit technischen Grundkenntnissen im Holzbau.

Dem Bereich der *Arbeitssicherheit (SP.8)* kommt im Holzbau seit jeher besondere Bedeutung zu, da aufgrund der Tätigkeiten in Konstruktionen mit großen Höhen sowie mit großvolumigen schweren Bauteilen die Auswirkungen auf die beteiligten Personen aufgrund eines unzureichenden Arbeitnehmerschutzes erheblich sind (Vgl. Kap. 3.5.4). Daher sind auch die Bauverfahrenstechniken neben den technisch-organisatorischen Abläufen an die Randbedingungen des Bauumfeldes – ähnlich wie in jenen von Fertigungsanlagen – anzupassen. Zusätzlich haben eigenständige, nicht auf die Arbeits- bzw. Bauverfahren und damit auf deren Sicherheitsvorkehrungen abgestimmte Entscheidungen im Zuge der Montage zumeist nicht nur Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit, sondern auch auf die entstehende Bauwerksqualität (Vgl. Kap. 5.6.7).

Da die Planung von vorgefertigten Bauteilen und strukturierten Arbeitsprozessen wesentlich früher in den Projektphasen angeordnet sein muss, als bei einer Vor-Ort-Bauweise, ist der Supportprozess *Planungsmanagement (SP.9)* als Schlüssel für eine erfolgreiche Produktion und Baustellenumsetzung im Holzsystembau anzusehen. Planung ist nicht nur die umsetzbare Detaillierung des Objektes, sondern auch das Konzept des zielorientierten Handelns zur Erreichung desselben (Vgl. Kap. 2.2.2). Durch ausgebildete und sensibilisierte Beteiligte ist der Prozess der Planung zeitgerecht steuer- und beeinflussbar und stellt damit die Grundvoraussetzung für einen Projekterfolg dar. Die Planung im Industriellen Holzbau bedarf neben der Einbindung der Entscheidungsträger einer frühzeitigen Integration von im Holzbau spezialisierten Fachplanern und Ausfüh-

renden (Vgl. Kap. 4.3.4). Lediglich dadurch lassen sich spätere Re-Design-Phasen vermeiden und damit entstehende Kosten durch Anpassungsmaßnahmen verhindern.

7.1.1.3 Managementprozesse (MP)

Neben diesen Kern- und Supportprozessen bilden die Managementprozesse einerseits die Unternehmensvision ab, andererseits stellen sie auf normativer, strategischer und operativer Ebene jene Maßnahmen und Einflüsse dar, welche zur Umsetzung der Zielentwicklung erforderlich sind. Diese werden innerhalb des entwickelten Bauprozessmodells durch die vier Ebenen des Bauprozessmanagements gebildet.

Die in diesem Abschnitt erläuterten Geschäftsprozesse haben im Holzsystembau einerseits Einflüsse auf die Sphären und Ebenen des Bauprozessmanagements. Andererseits stellen sich auch Auswirkungen aus diesen Feldern in den einzelnen Kern-, Support- und Managementprozessen ein.

7.1.2 Technisch-bauwirtschaftliche Maßnahmen (TM-BM)

Neben den Geschäftsprozessen formen unterschiedliche Maßnahmen sowohl auf technischer als auch bauwirtschaftlicher Ebene maßgebliche Einflusskriterien in der Implementierung des Bauprozessmodells im industriellen Holzbau innerhalb der unterschiedlichen Sphären.

Der Bereich *Technische Maßnahmen (TM)* beinhaltet dabei Methoden, welche unter Zuhilfenahme von Instrumenten und Werkzeugen eine positive wie auch negative Änderung momentaner Vorgehensweisen verursachen können. Damit die Auswirkungen und Einflüsse positiv zum Tragen kommen, sind speziell im Holzsystembau Maßnahmen der Systematisierung, Standardisierung, Normierung, Typisierung, Modularisierung, Komponentisierung, Rationalisierung, Mechanisierung und Automatisierung als Teil des industriellen Holzbaus voranzutreiben.

Demgegenüber sind auch *bauwirtschaftliche Maßnahmen (BM)* für eine erfolgreiche Stärkung des Holzsystembaus auf allen Ebenen des Bauprozessmanagements notwendig. Hierzu zählen die Optimierung, Flexibilisierung, Professionalisierung, Prozessorientierung, Lean Implementierung, Operationalisierung, Realisierung, Losgrößenorientierung sowie schlussendlich die Industrialisierung.

Das nachfolgende Bild 7.3 gibt einen Überblick über die technisch-bauwirtschaftlichen Maßnahmen im Bauprozessmodell des Holzsystembaus.

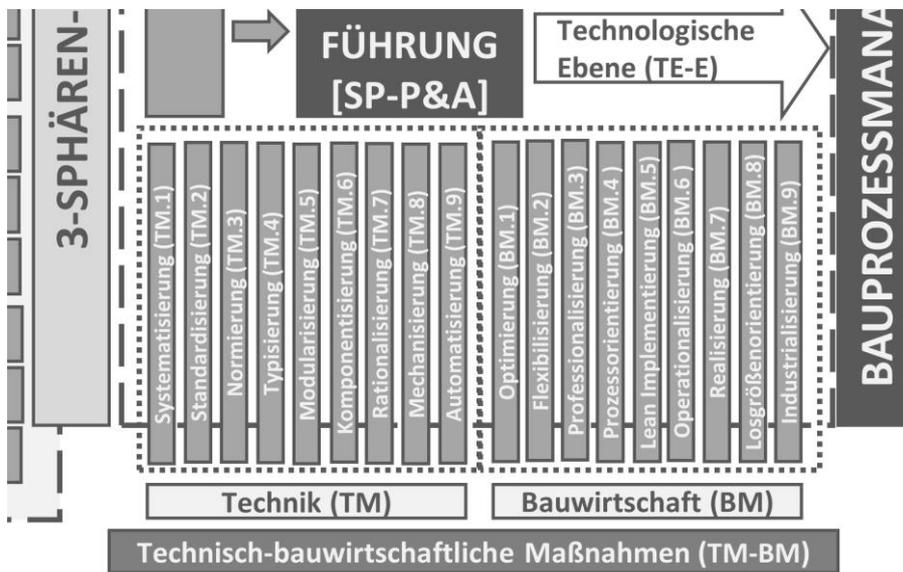


Bild 7.3 Bauprozessmodell Holzsystembau – Ausschnitt Einflüsse und Auswirkungen der technisch-bauwirtschaftlichen Maßnahmen

Eine *langfristige* Implementierung eines Bauprozessmodells im Holzsystembau, welches sowohl wirtschaftlich als auch organisatorisch positive Auswirkungen auf die einzelnen Prozesse hat, erfordert eine strukturierte prozessorientierte Denkweise sowie Handeln im Sinne des eigentlichen Kundenwunsches. Aufbauend auf die Bewertung der verschiedenen Prozessfaktoren durch die Experten sowie die Kombination mit den Ergebnissen von Forschungsprojekten und den allgemein gültigen Ansätzen aus der Literatur ist es möglich, die Orientierung des industrialisierten Holzsystembaus hin zum Industriellen Bauen weiter zu forcieren und in die Konzepte der Unternehmen zu implementieren.

Dabei lassen sich die nachfolgenden Implementierungsstrategien sowohl im Bereich der Technik (TM), als auch der Bauwirtschaft (BM) in Form von Maßnahmen zusammenfassen.

7.1.2.1 Technik – Technische Maßnahme (TM)

Die *Systematisierung* (TM.1) von Prozessen und Produkten formt die Basis für jegliche Weiterentwicklungen innerhalb des Industriellen Bauens, wobei sich differenzierte Grade an Systematisierung ergeben können. In den Themen Planung und Arbeitsvorbereitung bedeutet eine Systematisierung einerseits eine Vereinfachung zur Beibehaltung des Überblicks und der Details, sowie andererseits der Nachvollziehbarkeit, Transparenz und Adaptierbarkeit im Nachhinein (Vgl. Kap. 3.3.2). Die Systematisierung von Produkten und daraus erstellten Komponenten ist eine notwendige Voraussetzung für die industrielle Umsetzung der Produktions- und Baustellenprozesse, da eine Automatisierung lediglich aufgrund von nicht

unternehmensspezifischen Ausführungsvarianten realisierbar wird, welche bereits in einer frühzeitigen Planungsphase unwiderruflich festgelegt werden (Vgl. Kap. 4.5.1).

Durch eine durchgeführte Systematisierung und Einführung einer nachvollziehbaren, sich nicht verändernden Ordnung kann ebenso eine *Standardisierung (TM.2)* gelingen. Diese umfasst die Prozesse wie auch die Produkte, welche hergestellt bzw. eingesetzt werden (Vgl. Kap. 4.1.4). Die Standardisierung von Arbeitsschritten und technischen Konzepten im Detail gilt als Herausforderung für die Umsetzung des Holzsystembaus aufgrund von Vorbehalten gegenüber dem standardisierten Bauen. Des Weiteren ist die Standardisierung aber eine der wenigen Optionen, den Industriellen Holzbau weiter voranzutreiben (Vgl. Kap. 4.1.5). Vor allem unter der Berücksichtigung der Konzepte von Lean Construction ist eine zuvor durchgeführte Standardisierung unausweichlich (Vgl. Kap. 3.5.2). Die Standardisierung umfasst dabei nicht nur die holzbaulichen Komponenten für die statisch und bauphysikalisch richtige Umsetzung, sondern vor allem jene Bauteile und Gruppen, welche im Zuge von Anschluss- und Ausbaugewerken mit diesen kombiniert werden.

Dem Thema *Normierung (TM.3)* als Maßnahme zur Stärkung der Standardisierung bzw. als Möglichkeit der (verbindlichen) Vorgabe standardisierter Prozesse und Produkte sowie den daraus entstehenden Details, kommt im Rahmen der Implementierung des Bauprozessmodells im Holzsystembau eine besondere Bedeutung zu. Die Normierung von Bauteilen oder Baugruppen im Sinne einer Regelung von Vorgaben und Varianten (Vgl. Kap. 3.1.2) kann im Holzsystembau, sowie auch in den zusätzlichen den Holzbau beeinflussenden Gewerken, zu vereinfachten Planungs- und Umsetzungsprozessen mit einer geringeren Fehlerquote und damit einhergehenden Mängelfreiheit in den Details führen. An dieser Stelle kommt der Normierung der Verbindungs- und Füge-technik spezielle Bedeutung zu, da diese gemäß den Untersuchungen sowohl hauptverantwortlich für mangelhafte Konstruktionen technischer Natur, als auch für übermäßige Kosten und Unklarheiten in den vertraglichen Lösungen verantwortlich ist (Vgl. Kap. 4.1.3.7).

Die *Typisierung (TM.4)* ist ebenso wie die Normierung die Voraussetzung für die Standardisierung. Durch die Reduktion der Vielfalt von Konzepten und Detaillösungen, welche zwar technisch funktionieren, allerdings aufgrund der Individualität dem Industriellen Bauen entgegenstehen, werden die technisch-organisatorischen Voraussetzungen geschaffen, den Holzsystembau und dessen Folgegewerken weiter zu systematisieren und damit auch die Baustellenprozesse zu industrialisieren (Vgl. Kap. 3.1.2.3). Dabei steht nicht die Typisierung eines Bausystems im Vordergrund, welches eine Monotonie im Gesamtkonzept, der Oberflächengestaltung sowie im äußeren Erscheinungsbild bewirken würde, sondern die Typisierung von Detaillösungen, welche eine serielle Produktion für unterschiedliche Anwendungsfälle zulässt (Vgl. Kap. 3.3.1).

Aufgrund der *Modularisierung (TM.5)* von Bauteilen und Bauteilgruppen wird es möglich, serielle Details in individualisierten Produktions- und Bauprozessen gleichermaßen zu realisieren (Vgl. Kap. 3.4.6). Gleichbleibende geometrische Abhängigkeiten können gemeinsam mit einer stringenten Maßordnung sowohl einen hohen Grad der Individualität ermöglichen als auch aufgrund differenzierter Kombinationsmöglichkeiten und Anwendungsfälle unterschiedliche Lösungskonzepte liefern. Dennoch kann durch die Modularisierung der holzbaulichen Komponenten und auch der Ausbaugewerke der Industrielle Holzbau auch im Sinne industrialisierter Prozesse auf der Baustelle möglich werden (Vgl. Kap. 4.1.5).

Die Modularisierung von Bauteilgruppen ist unter Zuhilfenahme der *Komponentisierung (TM.6)* möglich, wobei darunter im Holzsystembau im Wesentlichen das dahinter liegende Angebot in Form von Baukastensystemen zu verstehen ist (Vgl. Kap. 3.1.2.3). Die individuelle Konfiguration einer Gesamtleistung unter Verwendung standardisierter Komponenten bildet die Basis im Holzsystembau, welches eine Mass Customization aufgrund standardisierter Produkte im Industriellen Holzbau erlaubt. Die Kombinierbarkeit der dabei eingesetzten Komponenten als geschlossenes System erlaubt es aufgrund einer Vielzahl denselben Regeln folgender Bauteile gebäudeunabhängig Lösungen für den Holzbau vorzugeben, welche für die jeweilige Anwendung kombinierbar sind und auch künftig adaptierbar bleiben (Vgl. Kap. 3.4.2). Diese Komponentisierung baut auf einer Raster- bzw. Maßkoordination auf, welche zwar im Holzsystembau aufgrund der verwendeten Produkte und Fertigungsabläufe ohnehin vorhanden ist, aber durch die Integration von normierten Bauteilen sowie anderer (Ausbau)Gewerke eine Erweiterung erfährt (vgl. Kap. 3.4.6).

Neben der Standardisierung, Modularisierung und Komponentisierung von Bauteilen und Bauteilgruppen stellt die *Rationalisierung (TM.7)* der Abläufe im Planen und Bauen mit dem Holz ein weiteres großes Potenzial für eine Verbesserung im Holzsystembau dar. Diese Rationalisierung konnte in den vergangenen Jahren aufgrund der voranschreitenden Mechanisierung in der (Vor-)Fertigung bereits teilweise realisiert werden, hat jedoch auf die Bau- und Umsetzungsprozesse vor Ort auf der Baustelle bis dato wenig Auswirkung gehabt (Vgl. Kap. 3.2.1). Die Reduktion von Ineffizienz erfordert nach wie vor Aktivitäten und Handlungen, welche bei gleichem Input einen höheren Output ermöglichen. Demnach ist eine Rationalisierung der Bauprozesse vor Ort durch eine detaillierte Planung und umfassende Arbeitsvorbereitung erreichbar, welche unter Aspekten der kontinuierlichen Verbesserung in den Arbeitsabläufen über alle Tätigkeits- und Verantwortungsebenen hinweg erfolgt (Vgl. Kap. 4.1.5).

Die *Mechanisierung (TM.8)* konnte durch die stetige Weiterentwicklung der Produktionsanlagen sowie Eingliederung von teilautomatisierten Herstellungsprozessen in den Produktionsunternehmen des Holzbaus in den vergangenen Jahren kontinuierlich vorangetrieben werden. Die dadurch

erreichte Rationalisierung und Qualitätsoptimierung in Form des Industriellen Holzbaus endet jedoch großteils zum Zeitpunkt der Auslieferung der Bauteile auf die Baustelle. Innerhalb des Baubetriebs ist die Mechanisierung lediglich in Teilbereichen unter Zuhilfenahme von Handwerkzeugen und Hebegeäten technisiert. Der eigentliche Bauprozess basiert allerdings auf händisch dominierten Vorgängen bzw. Abläufen. Demnach kann durch die Einführung von zumindest einer Teilmechanisierung auf der Holzbau-Baustelle eine technische Rationalisierung in den Abläufen erreicht werden, wobei hierzu eine Standardisierung der Details durch Verwendung gleichbleibender Komponenten erforderlich ist (Vgl. Kap. 3.2.1).

Der Begriff der *Automatisierung (TM.9)* als Fortführung der Mechanisierung bedingt durchgängige computerbasierte Datenverarbeitungsmethoden (CAM), welche aufgrund der Fertigungsplanung für den Produktionsprozess in den herstellenden Unternehmen des Holzbaus bereits vorhanden sind (Vgl. Kap. 3.3.2). Dennoch zeigt sich, dass die Datentechnologien auf der Holzbau-Baustelle bis dato nicht angekommen sind und es daher einer Weiterentwicklung der Planungsinstrumente bspw. in Form von Building Information Modeling (BIM) udgl. bedarf (Vgl. Kap. 4.1.4). Der Grad der Automatisierung im Holzsystembau kann auf der Baustelle durch die Verwendung von Systemkomponenten deutlich gesteigert werden, da unter Zuhilfenahme von maschinellen Verarbeitungstechnologien zumindest Standardkomponenten automatisiert verbaut werden können. Hierbei wird die Robotertechnologie einen wesentlichen Einfluss haben (Vgl. Kap. 3.1.1).

7.1.2.2 Bauwirtschaft – bauwirtschaftliche Maßnahmen (BM)

Die *Optimierung (BM.1)* dient der Erreichung eines Solls und umfasst im bauwirtschaftlichen Sinn einerseits die Prozessoptimierung im Einzelnen und andererseits die Kombination unterschiedlicher Optimierungsansätze (Vgl. Kap. 2.1.4). Im Holzsystembau bestehen zahlreiche Optimierungspotenziale im Planungs-, Produktions- und Bauablauf, welche durch die beschriebenen technischen Maßnahmen genutzt werden können und den Themen Ausschreibung, Kosten, Kalkulation, Arbeitsvorbereitung sowie dem Vertragswesen bestehen (Vgl. Kap. 4.3.1 und 4.4.2). Die Optimierung birgt im Industriellen Holzbau großes und vielschichtiges Potenzial, wobei diese Optimierung auch im Zuge sämtlicher Geschäftsprozesse eine laufende Verfeinerung und Verbesserung selbiger inkludiert.

Das Thema *Flexibilisierung (BM.2)* verlangt von den beteiligten Personen und Unternehmen die Bereitschaft zur Veränderung, um feste Regeln und festgefahrene Strukturen überdenken, analysieren sowie gegebenenfalls reduzieren zu können und Neues zu schaffen (Vgl. Kap. 3.1.2). Im Industriellen Holzbau zeigt sich dies durch den Umstand, dass Unternehmen bzw. die Verantwortlichen dazu bereit sind, weg vom traditionellen Holzbau in Richtung Industrialisierung der Prozesse auch auf der Baustelle zu

denken und auch dementsprechend zu handeln. Die Flexibilisierung in den Produktionstechnologien verlangt nicht nur nach einer automatisierten Produktion, sondern vor allem nach einer neuen und variabel individualisierbaren Produktpalette mit standardisierten Komponenten (Vgl. Kap. 3.3.2). Schlussendlich bedarf es einer Agilität in den Geschäftsprozessen, um durch eine Flexibilisierung bauwirtschaftlicher Maßnahmen eine weitere Optimierung im Holzsystembau zu erreichen.

Die *Professionalisierung (BM.3)* im Industriellen Holzbau bezieht sich einerseits auf die Bauprozesse vor Ort, welche in Form von professionellen, zumindest teilautomatisierten Abläufen zur Effizienzsteigerung gestaltet sein sollen. Andererseits bezieht sich die Professionalisierung auf zahlreiche Geschäftsprozesse sowie baubetriebliche Aufgaben, um neben den technischen Aspekten vor allem die bauwirtschaftlichen Sachverhalte fachkundig und kompetent lösen zu können. Hierzu ist die Aneignung dieser Qualifikationen für sämtliche Verantwortungsebenen des Holzsystembaus unabdingbar, um eine Steigerung der Effizienz zu erhalten. Die Professionalisierung geht einher mit der Standardisierung und erreicht dadurch gleichzeitig auch eine Qualitätsverbesserung (Vgl. Kap. 4.1.4).

Unter dem Begriff der *Prozessorientierung (BM.4)* ist im Zusammenhang mit dem Industriellen Holzbau die Überwindung von Abteilungs- und Bereichsgrenzen zu verstehen, um durch die Kombination unternehmensinterner Prozesse und externer Arbeitsabläufe eine Verbesserung zu erreichen und Synergien zu nutzen. Diese Form der vernetzten Denkweise beinhaltet neben den unternehmensspezifischen Abteilungen auch jene anderer Gewerke, welche in die Entscheidungs- und Durchführungsprozesse miteingebunden werden und sich prozessorientierter Denk- und Handlungsansätze bewusst sind (Vgl. Kap. 3.1.2). Die Verknüpfung automatisierter Anlagen mit einer ziel- und prozessorientierten Denkweise der Beteiligten kann im Holzbau durch die Einbindung des Know-hows sowohl bei Planern und Entscheidungsträgern, als auch bei den Ausführenden auf allen Ebenen die Produktivität erheblich steigern (Vgl. Kap. 4.1.4).

Das Thema Lean Management bzw. Lean Construction birgt in einer konsequenten Umsetzung enormes bauwirtschaftliches Potenzial im Industriellen Holzbau, da durch die *Lean Implementierung (BM.5)* in die holzbauartigen Prozesse – die Nutzung vorhandener Potenziale durch eine Optimierung der Abläufe und Qualitäten – die Produktivität gesteigert, die Fehlerquote gesenkt und Verschwendung vermieden werden kann (Vgl. Kap. 3.5.3). Im Holzsystembau ist es durch sich wiederholende Details und Komponenten möglich, die Ansätze von Lean sowohl in den Planungs-, als auch in den Produktions- und Bauprozessen zu integrieren, um damit eine Effizienzsteigerung zu erreichen und die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

Die *Operationalisierung (BM.6)* von bauwirtschaftlichen Maßnahmen ist als wesentliches Steuerungselement der Management- bzw. Leitungs-

ebene im Industriellen Holzbau anzusehen, da durch die Messbarmachung der Einflussfaktoren in der Planung, Produktion und Umsetzung vor Ort Transparenz entsteht (Vgl. Kap. 2.1.2.3). Diese objektiv erfassbaren Kenngrößen bilden Indikatoren zur Steuerung und Anpassung der Prozesse und geben Auskunft über den Erfolg (Vgl. Kap. 3.1). Da die Abläufe im Industriellen Holzbau bis dato unternehmensspezifisch sind und aufgrund der Produktionsorientierung eher maschinenbezogen erfasst werden, bildet die Operationalisierung eine Chance baubetriebliche und bauwirtschaftliche Kenngrößen zusätzlich zu den klassischen betriebswirtschaftlichen Erfolgsfaktoren speziell für den Holzbau zur Steuerung derselben zu entwickeln (Vgl. Kap. 3.2).

Im Bereich der *Realisierung (BM.7)* steht im Zusammenhang mit dem Industriellen Holzbau vor allem das Thema der Vorwärtsintegration durch die Integration nachfolgender Fertigungs- bzw. Realisierungsstufen von Unternehmen im Vordergrund (Vgl. Kap. 3.2.1). Dabei kommt den Industrieunternehmen des Holzbaus sowie einzelnen eingegliederten Herstellern von Holzbauprodukten und Halbfertigteilen innerhalb von Konzernen eine besondere Bedeutung zu, da diese die Möglichkeit haben, die Realisierung vor Ort ebenso wie die Herstellung in ihrem Portfolio abzubilden. Zusätzlich besteht für die produzierenden Holzbauunternehmen eine große Chance, weitere Fertigungsstufen (Gewerke) in ihre Produktionen mitaufzunehmen, um die Realisierung im Sinne einer Vorfertigung mit hohem Komplettierungsgrad in ihrer Produktpalette mitabzudecken (Vgl. Kap. 4.1.5 und 4.4.1).

Die *Losgrößenorientierung (BM.8)* stellt im Bauwesen eine besondere Herausforderung dar und kann durch die Komponentisierung und Modularisierung als Einflussgröße zum wirtschaftlichen Erfolg innerhalb einer Produktion beitragen (Vgl. Kap. 3.1.2.3). Da Bauwerke nicht als Serienprodukte gelten und auch nicht entsprechend geplant werden, jedoch bei durchgeführter Standardisierung zumindest Detailkonzepte seriell herstellbar sind, kann die Produktion normierter Bauteile und Bauteilgruppen durch die Losgrößenorientierung vor allem im Industriellen Holzbau mit einer damit verbundenen Minimierung der (Lager-)Bestände bewerkstelligt werden (Vgl. Kap. 3.2.1). Die Aufgabe der Losgrößenoptimierung ist auch ein Teil von Lean Construction (Taktzeitsteuerung) und bietet im Holzbau aufgrund der Anpassbarkeit der Planung im Falle modularisierter Detailkonzepte eine individuelle Anpassung an die Prozessketten, was sich direkt auf die Effizienz der Fertigung auswirkt (Vgl. Kap. 4.1.5).

Letztlich bildet die *Industrialisierung (BM.9)* für die Gesamtheit der bauwirtschaftlichen Maßnahmen die notwendige Voraussetzung im Zuge des Entwicklungsprozesses hin zum Industriellen Bauen, wobei die ganzheitliche Sichtweise zur Senkung der Lohnkosten und Erhöhung der Produktivität beiträgt (Vgl. Kap. 3.1.2.3). Die Industrialisierung im Holzbau steht in engem Zusammenhang mit dem Thema Digitalisierung und Prozessorientierung, da die Reduktion von nicht wertschöpfenden Tätigkeiten auf der

Baustelle aufgrund der Verwendung vorgefertigter Elemente und Module großteils bereits erfolgt ist, jedoch die Industrialisierung auf der Baustelle unter Zuhilfenahme halbautomatisierter Verarbeitungstechnologien und Montagesysteme bis dato keine Umsetzung findet. Vor allem die Supportprozesse im Sinne von Nebenleistungen (bspw. Verbindungstechnik) stellen auf der Holzbau-Baustelle großes Potenzial der Industrialisierung bzw. Teilindustrialisierung dar (Vgl. Kap. 4.1.3.7).

Die Industrialisierung des Holzsystembaus auf der Baustelle bedingt auf der einen Seite technische Gegebenheiten, welche durch Standardisierung, Normierung, Komponentisierung sowie Modularisierung eine Rationalisierung der kurzen Bauphase herbeiführen. Auf der anderen Seite unterstützen ablaufbedingte Änderungen in den Organisationsstrukturen, dass durch eine Flexibilisierung und Prozessorientierung die baustellen-spezifische Industrialisierung vorangetrieben wird (Vgl. Kap. 4.1.4).

Das entwickelte 3-Sphären-Modell bildet die Basis und trägt dazu bei, dass durch die Berücksichtigung und holzbauspezifische Anpassung von Geschäftsprozessen sowie durch technisch-bauwirtschaftliche Maßnahmenpakete ein ganzheitliches Bauprozessmodell entsteht, welches eine professionalisierte Abwicklung von Holzbauprojekten zulässt und unter den Prämissen der Effizienzsteigerung, Kostensenkung sowie Fehlerquotenminimierung ein umfassendes Bauprozessmanagement für den industriellen Holzbau hervorbringt.

7.2 Informationssysteme, Entscheidungsstrukturen, Handlungsebenen und Verantwortungsbereiche im Holzsystembau

Die Gestaltung eines Prozessmodells zur Ablaufoptimierung im Holzsystembau erfolgt unter Einbeziehung der technisch-organisatorischen Voraussetzungen innerhalb eines Unternehmens bzw. einer Branche. Dabei stehen die Anpassung der Organisationsstruktur sowie der Geschäftsprozesse an die Anforderungen des Industriellen Holzbaus aufgrund industrialisierter Prozesse ebenso im Fokus wie die Schaffung von technischen und baubetrieblichen Grundvoraussetzungen zur Implementierung selbiger. Das hierfür erforderliche Vorgehen in Anlehnung an das entwickelte Referenzmodell des vorangegangenen Abschnittes 6 erfordert Informationssysteme in den Entscheidungsebenen der Holzbauunternehmen sowie Handlungsstrukturen, welche über die unterschiedlichen Verantwortungsbereiche hinweg die notwendigen Abläufe an die Herausforderungen künftiger Projektabwicklungen beinhalten.

Der Holzsystembau schafft dabei die technischen Rahmenbedingungen innerhalb dieses Optimierungsvorganges, welcher aufbauend auf den fachlichen Anforderungen und den ökonomischen Rahmenbedingungen die vier Ebenen des Bauprozessmanagements gleichermaßen in unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern berücksichtigt. Die im Rahmen des 3-Sphären-Modells analysierten Wirkebenen – Planung (SP-P), Ausführung (SP-A) sowie Planung & Ausführung (SP-P&A) – erfordern einerseits Informationen und andererseits Handlungsfreiheiten, um die Unternehmensvisionen in die operative Durchführung der Prozessgestaltung übertragen zu können (Vgl. Kap. 6.5). Dabei tritt auf den Ebenen des Bauprozessmanagements, bestehend aus der strategischen, organisatorischen, operativen und technologischen Ebene, unterschiedlicher Handlungsbedarf auf, welcher sowohl im Umfang, als auch im zeitlichen Horizont umfangreiche Maßnahmen zur Implementierung von vollautomatisierten Geschäftsprozessabwicklungen beinhaltet.¹³⁴⁷

Die Entscheidung, ob bestehende Handlungsbedarfe innerhalb eines Unternehmens nicht nur erkannt, sondern Lösungen zur Nutzung der abgeleiteten Potenziale erarbeitet und in das Geschäftsmodell integriert werden, wird auf oberster Ebene getroffen. Demgegenüber kann auch die Entwicklung eines Geschäftsmodells im Sinne eines unternehmensunabhängigen Vorgehens- und Entwicklungsmodells auf strategischer Ebene vorgenommen werden. Einzelne durchzuführende Handlungsschritte zur Potenzialnutzung werden im Weiteren auf die darunterliegenden Verantwortungsbereiche transferiert und von diesen exekutiert. Die Mitbestimmung dieser Ebenen trägt durch flache Hierarchien wesentlich zur erfolgreichen Implementierung neuer Gedankenmodelle bei.

¹³⁴⁷ Vgl. OBERMEIER, S. et al.: Geschäftsprozesse realisieren – Ein praxisorientierter Leitfaden von der Strategie bis zur Implementierung. S. 96, 140

Die konkreten Handlungen der verschiedenen Handlungsebenen im Bereich der erhobenen Potenzialkriterien – Planung, Baubetrieb, Industrieller Holzbau, Ausschreibung, Kosten, Kalkulation sowie Bauvertragswesen und Geschäftsmodelle – stehen in direktem Zusammenhang mit der gewählten bzw. bestehenden Organisationsform und bedürfen – in Abhängigkeit des Ausmaßes – differenzierter Handlungsbedarfe und gegebenenfalls einer Adaptierung und Spezialisierung. Die Aufbaustruktur der betrachteten Organisation steht in direktem Zusammenhang mit den Kooperationsformen und Abhängigkeiten untereinander.

Qualifizierte Mitarbeiter und Entscheidungsträger setzen anhand des Bauprozessmodells, abhängig von der Zugehörigkeit zur jeweils betrachteten Sphäre, Aktivitäten und Handlungen, welche das bestehende Potenzial in den Prozessen direkt nutzbar macht, um damit eine Effizienzsteigerung und Produktivitätserhöhung sowohl in der Planung, als auch in der Produktion und Bauumsetzung zu erreichen. Die Schaffung wertschöpfender Prozesse auf allen Entscheidungsebenen steht dabei im Zentrum, da das Unternehmen nicht nur als Dienstleister für den Kunden, sondern auch für seine Mitarbeiter fungiert.¹³⁴⁸

Das System der Kybernetik (Vgl. Kap. 2.1.2.1) leitet demnach die Anpassung der Strukturen an die Herausforderungen innerhalb von Produktionsprozessen ein, welche unter dem Einfluss von qualifizierten Mitarbeitern die industrielle Umsetzung vorwiegend manueller Bauprozesse erlaubt. Die Reduktion von Fehlerquellen durch die Verwendung optimierter und modularisierter Komponenten erlaubt dabei die Kostensenkung ebenso wie die Effizienzsteigerung. Aufbauend auf den Grundgedanken von *Koß*¹³⁴⁹ zur Rationalisierung der Arbeitstechniken im Bauwesen ist es nach wie vor notwendig, die bestehenden Denk- und Lernprozesse in den Unternehmen an die Herausforderungen einer rationellen Bauproduktion anzupassen.

Dies gilt im Industriellen Holzbau umso mehr, da dieser die Chance hat, aufgrund der positiven Entwicklungen der technischen Fertigungsanlagen in den Produktionsunternehmen sowie durch die stetig steigende Nachfrage am Markt veränderte Denkmuster in den sich entwickelnden Unternehmen zu integrieren. Ganzheitliches systemisches Denken und Interdisziplinarität erlaubt demnach das Denken in Lösungen für den Kunden zur Wertschaffung. Dabei spielt vor allem die vorausseilende Planung mit unwiderruflichen frühzeitigen Entscheidungen eine wesentliche Rolle, da mit dieser nicht nur alle Details erfasst, sondern auch sämtliche Produktionsabläufe und Bauprozesse bereits im Vorfeld festgelegt werden. In diesem Zusammenhang sind Methoden zu entwickeln bzw. an die Randbe-

¹³⁴⁸ Vgl. GROTE, H.: Kosten senken mit KOPF – Kybernetische Organisation, Planung und Führung. S. 10 ff

¹³⁴⁹ Der deutsche Baumeister Erich Koß gilt als Vordenker im Bereich der Rationalisierung des Bauwesens und forderte in seinem Grundlagenwerk den Umbau von Leistungsverzeichnissen mit aufgezählten Arbeiten in Produktionspläne mit rationell organisierten Arbeitsabläufen. Vgl. GROTE, H.: Kosten senken mit KOPF – Kybernetische Organisation, Planung und Führung. S. 222 ff

dingungen des Holzbaus anzupassen, welche bspw. mittels integraler Planung und BIM bzw. durch die Integration des Wissens und der Erfahrung von Fachplanern und Ausführenden die Produktions- und Bauprozessabläufe bereits in der Planung berücksichtigt. Diese gestalten sich in Folge nach vorher eindeutig festgelegten Mustern und Systemen unter Verwendung seriell gefertigter Komponenten, welche nicht wie im Bauwesen und auch im Holzbau oftmals zufällig erscheinend angeordnet werden, sondern aufgrund bewusster Handlungen eine prozessorientierte Fertigung auch auf der Baustelle erlauben.

Das hierfür notwendige Modell für den Industriellen Holzbau umfasst einerseits die technischen und baubetrieblichen, sowie auch die bauwirtschaftlichen und rechtlichen Voraussetzungen, um unter Einbeziehung und Anpassung, sowie auch Schaffung neuer Geschäftsprozesse und -systeme eine Effizienzsteigerung der eingesetzten Bausysteme sowie eine Rationalisierung der Bauprozesse im Holzsystembau zu erreichen.

7.3 Baubetriebssysteme im Industriellen Holzbau

Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit im Industriellen Holzbau erfordert Systeme und Denkmuster mit grundsätzlicher Anpassung der Arbeitsprozesse auf Baustellen an die Systeme von produzierenden Unternehmen. Dabei treten standardisierte Verfahren sowie systematisierte und normierte technische Detailkonzepte in den Vordergrund, um durch die Verringerung der Variabilität der Details eine serielle Form der Fertigung von Bauwerken zuzulassen.

Durch die Optimierung von Prozessen aufgrund unternehmensspezifischer Produktionsabläufe können sowohl Spezialisierungen innerhalb der Geschäftsmodelle von Holzsystembauunternehmen als auch in Form von Baubetriebssystemen als Geschäftsmodelle entwickelt und etabliert werden. Das dahinterliegende Bauprozessmodell beinhaltet – je nach Ausrichtung – einzelne Wirkebenen, welche durch technologische aber vor allem anhand organisatorischer Professionalisierungsvorgänge die Grundvoraussetzung für die Rationalisierung von Bauprozessen bilden.

Die Unternehmen der Holzbranche erfahren dabei eine Wandlung von Produktions- hin zu Baubetrieben, welche allerdings im Gegensatz zu den allgemein bekannten baubetrieblichen Abläufen professionalisiert und prozessorientiert weiterentwickelt sind und herkömmliche konventionell wirkende Systeme gänzlich ersetzen. Die Herausforderung einer Industrialisierung der Bauprozesse sowie die Integration weiterer Gewerke in die Denkmuster der Holzbauplaner und Ausführenden kann durch die Zusammenführung des Bauprozessmanagements mit den technischen Systemen innerhalb der Organisationsstrukturen der Holzbauunternehmen gelingen. Die hierfür notwendige kooperative Arbeitsweise über alle Ebenen und Einflussphären hinweg bildet die Basis, um durch effiziente Gesamtkonzepte und ganzheitliche Lösungsvorschläge holzbauadäquate und gleichzeitig kundenorientierte sowie kostenoptimierte Bauwerke aus Holz zu errichten.

8 Fazit und Ausblick

Den Ausgangspunkt für dieses Forschungsvorhaben bildet die Entwicklung des Holzbaus von konventionellen Zimmermeisterarbeiten über die industrialisierten Vorfertigungsunternehmen bis hin zum Holzsystembau mit Bezug zum Industriellen Holzbau. Große technische Entwicklungen, eine kontinuierlich steigende Nachfrage durch Auftraggeber sowie eine rasch fortschreitende Mechanisierung in der Fertigungstechnik erlauben es den Beteiligten im Holzbau, die Randbereiche der Anwendung im Bauwesen zu verlassen und sich den großvolumigen Bauaufgaben zuzuwenden. Dabei gestalten sich die Prozesse und Systeme zur Umsetzung mehrgeschossiger Wohn-, Büro- und Kommunalbauten als die große Herausforderung für den Holzbau, wie auch das Bauwesen im Allgemeinen.

Durch die technischen Spezifika bezüglich Brand-, Schall-, Wärme- und Feuchteschutz bestehen aufgrund der gesetzlichen Anforderungen und normativen Vorgaben Rahmenbedingungen, welche für den Holzbau bis dato nicht in dieser Dimension ausschlaggebend waren. Die Einbeziehung dieser Funktionalitäten in die Planung und Ausführung eines Holzbaus bedarf spezieller Fachkenntnisse, um einerseits kostengünstige und mangelfreie und andererseits gesetzeskonforme Bauwerke erstellen zu können. Der Holzbau steht aufgrund seiner positiven Entwicklung am Scheideweg hin zu einer bisher unerreichten Dimension in der Anwendung im allgemeinen Bauwesen. Durch diese Tendenzen bestehen einerseits große Herausforderungen für die Unternehmen in der Planung, (Vor-)Fertigung und Umsetzung, andererseits aber auch Gefahren, durch zu schnelles Wachstum die Fehlerhäufigkeit zu erhöhen und damit dem Trend negativ entgegenzuwirken.

Die Beachtung der technischen Spezifika, welche neben den statischen und konstruktiven Gesichtspunkten vor allem jene der Bauphysik (Schall, Feuchte und Wärme), des Brandschutzes sowie der Gebäudetechnik umfasst, erfordert ein hohes Maß an Kompetenz in der Planung und Ausführung sowie auch Eigenverantwortung in der Umsetzung durch an der Bauwerkserstellung direkt oder indirekt Beteiligte. In der Annahme dieser besteht die Herausforderung für die Unternehmen, welche aufgrund der holzbaulichen Attribute in der Technik vor allem die bauwirtschaftlichen Umstände in die Abläufe integrieren müssen.

Die Entwicklung von Kleinunternehmen einer Nischenbranche hin zu Global Playern im Bauwesen bedarf einer systematischen und ganzheitlichen Vorgehensweise, um dem Holzsystembau eine breitenwirksame Anwendung zu erlauben. Aufbauend auf den technischen Errungenschaften muss hierzu dennoch eine umfassende technische Standardisierung erfolgen, um durch Normierung bzw. Typisierung einzelner Komponenten modularisierbare Detailkonstruktionen für unterschiedliche Anwendungsbereiche zuzulassen. Die Fertigungsprozesse in den produzierenden Unternehmen können unter Zuhilfenahme systematisierter Komponenten

eine umfassende Rationalisierung in den Produktionsabläufen ermöglichen. Hierzu stellt die Mechanisierung die Basis für eine darauf aufbauende Automatisierung dar. Die Herausforderung besteht in der Integration zahlreicher Ausbaugewerke innerhalb der Vorfertigungssysteme, um den Komplettierungsgrad in der Produktion durch die Einbindung nicht holzbauspezifischer Professionen wesentlich zu steigern. Diese Zusammenführung bedingt einerseits eine Kostensenkung durch organisatorisch optimierte Fertigungssysteme mit kurzen Montagezeiten vor Ort und andererseits eine erhebliche Qualitätssteigerung durch witterungsunabhängige sowie im Werk überwachte Herstellungsprozesse. Um den Holzsystembau jedoch nicht nur in den Produktionsprozessen zu rationalisieren, sondern auch die Montageprozesse vor Ort zu industrialisieren, sind umfassende Weiterentwicklungen in den Bauprozessen erforderlich. Die Flexibilisierung der zugrunde liegenden Produktionssysteme bildet die Basis für die Gestaltung prozessorientierter Bausysteme im Holzbau. Durch die Integration des Lean Gedankens in die Umsetzungsprozesse vor Ort können unter Berücksichtigung einer Losgrößenorientierung in den Baukomponenten, nicht in den Bauwerken, maßgebliche Hilfsmittel und Werkzeuge für eine Industrialisierung im Holzsystembau geschaffen werden.

Zusätzlich bedarf der Holzsystembau einer integrativen Denk- und Handlungsweise, um durch die Einbindung des Know-hows der Entscheidungsträger zahlreicher Fremdgewerke eine für den jeweiligen Kunden optimierte Lösung zu erreichen. Demnach kommt dem Feld der integralen Planung und kooperativen Projektabwicklung speziell im Holzbau eine besondere Bedeutung zu, da aufgrund dieser die Voraussetzungen bestehen, sowohl technische Fehler als auch bauwirtschaftliche Komplikationen weitestgehend zu vermeiden. Um diese differenzierten Anforderungen erfüllen zu können ist es notwendig, das Thema des Bauprozessmanagements im Holzsystembau zu entwickeln und in den Unternehmen der Holzbaubranche durchzusetzen. Das hierfür notwendige Bauprozessmodell, welches einerseits die Potenziale der Prozessfaktoren des Holzsystembaus nutzt und andererseits die Geschäftsprozesse mit seinen Kern-, Support- sowie Managementprozessen unter Einbeziehung technischer und bauwirtschaftlicher Maßnahmen den Anforderungen des Holzsystembaus entsprechend adaptiert, bildet hierfür die Basis in der Implementierung.

Durch die Anwendung des in diesem Forschungsvorhaben entwickelten Bauprozessmodells für den Holzsystembau werden auf der einen Seite ausgedehnte Handlungsbedarfe auf drei Wirkebenen – der Sphäre der Planung (SP-P), der Ausführung (SP-A) sowie der Planung und Ausführung (SP-P&A) – sowohl in technischen, als auch in baubetrieblichen, bauwirtschaftlichen und baurechtlichen Themenkreisen ausgeführt und auf der anderen Seite die Auswirkungen dieser auf das Unternehmen selbst und die Unternehmensumwelt bzw. den Markt resümiert. Somit kann unter Einbeziehung des Bauprozessmodells der bauwirtschaftliche Rahmen für eine langfristig erfolgreiche Umsetzung eines Industriellen Holzbaus geschaffen werden.

8.1 Potenzial des Holzsystembaus

Im Zentrum dieses Forschungsvorhaben steht der Holzsystembau mit seinen technischen, baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Besonderheiten und Anforderungen. Durch die Entwicklung hin zu industrialisierten Vorfertigungssystemen ist es möglich, im Holzbau aufgrund des Systemgedankens sowie durch standardisierter Abläufe in den Fertigungsunternehmen, einerseits die Effizienz der eingesetzten Bausysteme zu erhöhen und andererseits die Kosten bei gleichbleibender Qualität zu reduzieren. Aufgrund der Zurückdrängung des Handwerks besteht diesbezüglich teilweise Skepsis bei den Beteiligten. Dennoch muss vor allem gutqualifiziertes Personal in allen Ebenen durchdachte und qualitativ hochwertige Detailausbildungen unter Zuhilfenahme mechanisierter Anlagen bewerkstelligen.

Im Gegensatz dazu nehmen durch die zunehmende Komplexität im Bauwesen allgemein wie auch im Holzbau aufgrund der Materialvielfalt, der steigenden Funktionalität sowie der anspruchsvollen Leistungsmerkmale von Bauteilen und Bausystemen die Voraussetzungen an die Planer aber auch an das operativ tätige Personal deutlich zu. Um dem entgegenzuwirken, bedarf es neben der Forderung der Kostensenkung durch Systematisierung und der Qualitätssteigerung durch Automatisierung eines verstärkten Bewusstseins, dass dies lediglich durch eine Standardisierung beherrschbar wird. Möglich wird diese durch die Elementierung und Modularisierung von normierten bzw. typisierten Bauteilen und Bauelementen, was auch für den Holzsystembau die zentrale Voraussetzung ist.

Der Systembau kennzeichnet sich demnach durch den Umstand, dass die Details ebenso wie die Herstellungsprozesse bereits vor der Planung eines Gebäudes konzeptioniert und standardisiert wurden. Dies steht naturgemäß der Forderung nach Individualität der Bauwerke durch Auftraggeber gleichermaßen wie Architekten entgegen, wobei im Falle des Holzsystembaus es nicht eine Frage des immer gleichen äußeren Erscheinungsbildes ist, sondern sich innerhalb der Aufbauten, Verbindungspunkte und Detailausbildungen Regelmäßigkeiten ergeben, welche eine Wiederholbarkeit in der Ausführung dieser in differenzierten Anwendungsmöglichkeiten erlauben.

Diese Forderung nach Systematisierung zur Verwirklichung eines Holzsystembaus birgt in unterschiedlicher Ausgestaltung das Potenzial, bei Beachtung von Regelmäßigkeit und Wiederholbarkeit der Durchführung, erhebliche Vorteile im Bauverfahren zu nutzen. Der Begriff Potenzial stellt in diesem Kontext die Entwicklungsmöglichkeiten in einem abgegrenzten Bereich dar und umfasst demnach die noch nicht ausgeschöpften Möglichkeiten und Mittel. Diese oftmals auch als Reserve bezeichnete Perspektive schafft die Grundlage für eine Weiterentwicklung unter Einbeziehung einer vorhandenen Leistungsfähigkeit. Auf den Holzsystembau angewandt bedeutet dieses Potenzial, dass vor allem durch eine projekt-

neutrale Herstellung von Bauteilen und Komponenten eine Variantenfertigung möglich wird, welche durch deren Kombination projektspezifische zumeist größere Bauelemente miteinander verknüpft. Dies lässt sich trotz Standardisierung und Komponentisierung im Sinne eines Baukastensystems individuell realisieren.

Neben den technischen Bedingungen zur Potenzialnutzung bestehen vielfältige baubetriebliche und bauwirtschaftliche Einflussgrößen, welche ausgeprägtes Potenzial darstellen und bei Nutzung dieser Reserven eine bedeutende Weiterentwicklung im Holzsystembau bedingen können.

Nachfolgend werden die Potenziale der Einfluss- und Prozessfaktoren innerhalb des Holzsystembaus zusammengefasst (Vgl. Kap. 6.3).

Potenzial der Einflussfaktoren

Dieses Potenzial lässt sich im Rahmen der Einflussfaktoren Unternehmen und Markt sowie auch der Entwicklung an sich ausmachen. Es zeigt sich vor allem bei Ausschöpfung industrieller Fertigungs-, aber auch Baumeethoden im mehrgeschossigen Wohn-, Gewerbe- und Industriebau sowie auch im Bürobau und öffentlichen Bildungsbauten. Die Anwendung eines systematisierten Holzbaus eröffnet durch die Komponentisierung auch die Perspektiven, bestehende Bausysteme bzw. traditionell eingesetzte Baustoffe ganz oder teilweise zu substituieren. Vor allem durch vorgefertigte Bauelemente der 2D-Elementbauweise aber auch der 3D-Modulbauweise mit einem hohen Komplettierungs- bzw. Integrationsgrad anderer Gewerke können die Vorteile des Holzsystembaus genutzt werden. Neben dem als soft-fact einzustufenden umweltfreundlichen Image, der Verwendung heimischer Produkte sowie einem ausgezeichneten Raumklima bedingen vor allem eine exakte Bauzeiteinhaltung sowie die Optionen, welche sich aus der Vorfertigungsmöglichkeit heraus ergeben, positive Effekte dieser Bauweise. Dennoch kann der erhöhte Planungs-, Ausschreibungs- und Koordinationsaufwand lediglich mittels Standardisierung und Komponentisierung reduziert werden.

Die Entscheidungsgrundlage, warum Holz als Baustoff bzw. der Holzsystembau als Bausystem gewählt wird, findet sich einerseits aufgrund der Nachhaltigkeitsaspekte, andererseits vor allem durch die erhöhte Präzision, welche durch die Vorfertigung ebenso wie durch eine hohe Ausführungsqualität möglich wird. Dennoch bedarf es zur Erreichung dieser der Entwicklung von Systemlösungen, um einen Projekterfolg durch eine geeignete Montage- und Verbindungstechnik zu erreichen. Die Komplexität in den Anschlusspunkten bedarf einer exakten Vorplanung und -fertigung, um bei geringen Toleranzen und dem bestehenden Materialmix eine holzbauadäquate Lösung mit größtmöglichem Vorfertigungsgrad realisieren zu können. Durch die ökologischen Anforderungen, welche künftig vermehrt an Gebäude gestellt werden, sowie durch Entsorgungskonzepte

zum Zeitpunkt der Genehmigungsplanung besteht die Chance, dem Baustoff Holz eine weitere positive Entwicklung aufgrund politischer Rahmenbedingungen zuzuschreiben.

Potenzial der Prozessfaktoren

Die Prozessfaktoren aus bauwirtschaftlicher Sicht umfassen neben der Planung und dem eigentlichen Baubetrieb, den Industriellen Holzbau aus einem technischen Blickwinkel heraus und beinhalten ein differenziertes Potenzial in diesen Feldern. Zusätzlich stellt die Ausschreibung mit der davon abhängigen Kalkulation bzw. Kostenplanung gemeinsam mit dem Bauvertragswesen und möglichen Geschäftsmodellen jene Prozessfaktoren mit vorhandenem Potenzial dar.

Vor allem die Planungsprozesse sind maßgebende Steuerungsmechanismen in den einzelnen Projektphasen und können bei Ausschöpfung der darin bestehenden Potenziale große Auswirkungen im verbleibenden Produktions- und Bauprozess eines Holzsystembaus bewirken. Die Vermeidung von Informationsverlusten sowie die Reduktion von Verzögerungen stehen im Zentrum einer Planungsprozessoptimierung. Um dies zu erzielen, sind integrale Planungsinstrumente verstärkt zu fördern sowie die Kommunikation der Beteiligten und deren Wege transparent zu gestalten. Hierzu bedarf es fachkundiges ebenso wie erfahrenes Personal auf allen Entscheidungsebenen. Durch kooperative Planungsalgorithmen zwischen den Planern, aber auch zwischen den Planern und Ausführenden kann unter Nutzung differenzierter digitaler Methoden eine erhöhte Transparenz und Nachvollziehbarkeit in den Planungsprozessen erreicht werden. Diese fortgeschrittene Planung in frühen Projektphasen bewirkt im Weiteren eine Steigerung der Planungsqualität bei gleichzeitiger Reduktion der Informationsverluste ebenso wie eine effiziente Kostensteuerung bzw. -kontrolle.

Neben den Planungsprozessen können die vorbereitenden Prozesse im Kontext des Baubetriebs als entscheidende Einflussgrößen mit Potenzial erkannt werden. Dabei kommt dem Thema der Fertigungsplanung als Weiterentwicklung der Arbeitsvorbereitung im Holzsystembau eine bedeutende Rolle zu, welche einerseits mit dem Vorfertigungsrad und andererseits mit der Komplettierungsintensität zunimmt. Zur Potenzialnutzung bedarf es standardisierter baubetrieblicher Abläufe, welche eine holzbauspezifische Abwandlung allgemein gültiger Bauprozesse verlangen. Diese Ablaufoptimierungen inkludieren neben den logistischen Prozessen zur und auf der Baustelle auch die Bauverfahrens- und Montagetechnik. Das Potenzial steckt dabei wiederum in der Vorfertigung, welche durch gänzlich vorgefertigte Bauteile weitere Hilfsmaßnahmen reduziert bzw. gänzlich vermeidet und durch Standardisierung und Normierung der verbindenden Elemente eine Effizienzsteigerung in der Montage vor Ort bewirken sowie die Abhängigkeit der Bauwerkserstellung von äußeren Einflüssen wie bspw. Witterungseinflüssen minimieren.

Technische Systeme, deren Weiterentwicklung und speziellen Detaillösungen sind maßgebliche Einflussgrößen in der Industrialisierung von Bausystemen. Das vorhandene Potenzial innerhalb dieser Prozessfaktoren liegt neben Werkzeugen für die Planungskonzepte und bauphysikalischer Berücksichtigung in den Hilfsmitteln für Herstellungsprozesse im Holzsystembau. Wie auch in den Planungsprozessen entfalten sich die Potenziale in den Produktionsabläufen durch einen weitreichenden Vorfertigungsgrad unter Integration differenzierter Fremdgewerke. Hierzu sind Systemlösungen in der Fertigungsumsetzung erforderlich, welche das Know-how der Planer gleichermaßen wie jenes der Ausführenden im Vorfeld einbinden muss. Die Anwendung standardisierter Systeme und Komponenten sowie seriellen Detaillösungen muss bauwerksunabhängig und projektspezifisch gestaltbar sein, um den Einsatz in großvolumigen Baukörpern ebenso wie in feingliedrigen Konstruktionen zu ermöglichen. Auch die stetigen Weiterentwicklungen auf Bausystem- und Produktebene sind diesem Prinzip der Standardisierung folgend entsprechend den normativen Gegebenheiten unternehmensunabhängig vorzunehmen, um durch eine Integration von Fremdgewerken und Fachdisziplinen holzbaudäquate Lösungen zu entwickeln.

Die Standardisierung von Prozessen bedingt in den bauwirtschaftlichen Themenfeldern eine differenzierte Methodik, welche die managementspezifischen Werkzeuge der Ausführung an die Anforderungen eines industriellen Holzbaus anpasst. Durch die Komponentisierung und Normierung können in der Ausschreibung ebenso standardisierte Werkzeuge mit holzbauspezifischen Besonderheiten eingesetzt werden. Allerdings wird das Potenzial erst durch geeignete Schulungsmaßnahmen der Planer und Ausschreibenden sowie einer flächendeckenden Anwendung nutzbar. Daneben bilden automatisierte Kalkulationssysteme darauf aufbauend die Basis für eine rasche und gesicherte Kalkulation der erwartbaren Kosten. Das für die Unternehmen bestehende Potenzial wird allerdings erst durch die Aufbereitung allgemein gültiger unternehmensneutraler Kalkulationsansätze des Holzsystembaus nutzbar. Softwaregestützte Kalkulationsprogramme haben als Basis vorgegebene, leicht adaptierbare Kalkulationsmodule, welche projektspezifisch angepasst werden und damit das Potenzial einer rasch durchführbaren nachvollziehbaren Kalkulation nutzbar machen. Hierzu sind einerseits baustoffspezifische Weiterbildungsmaßnahmen der Ausführenden ebenso erforderlich wie allgemein gültige Kalkulationsunterlagen. Die Kostenvorteile eines Holzsystembaus lassen sich durch neutrale Kostenvergleiche darstellen, wobei diese für unterschiedliche Entscheidungsebenen und Detaillierungsgrade in Abhängigkeit des Bausystems abzuleiten sind.

Den Rahmen in der Abwicklung im Holzsystembau bilden die bauvertraglichen Randbedingungen sowie die gewählten Geschäftsmodelle. Die Unternehmenseinsatzform innerhalb eines Projektes bestimmt aufgrund der Verantwortlichkeiten und Schnittstellen sowie der vertraglichen Beziehungen zum Projektpartner das nutzbare Potenzial. Dabei zeigt sich deutlich,

dass je integrierter die Abwicklungsform ist, desto eher sich die Potenziale aufgrund der Projektabwicklungsmechanismen nutzen lassen. Die zugehörigen Vertragsarten beinhalten im Holzsystembau vor allem jene, welche zwar detailliert in der Beschreibung, aber kooperativ im Umgang nach dem Motto *alles aus einer Hand* gestaltet sind. Das Risikopotenzial in Bezug auf die vertragliche Abwicklung umfasst einerseits den allgemein bestehenden wettbewerbsbestimmenden Preiskampf, welcher sich nicht speziell auf den Holzsystembau bezieht. Daneben ist aber vor allem die Personalqualifikation als deutliches Risiko anzusehen, da das Know-how für die Umsetzung eines Holzsystembaus eines Transfers sowie eines tiefgreifenden und weitreichenden Verständnisses über alle Unternehmensebenen hinweg bedarf. Durch unterschiedliche Formen der Kooperation sowie Ausgestaltung von Geschäftsmodellen lassen sich die Potenziale des Holzsystembaus auch auf strategischer Unternehmensebene nutzen. Durch die Tendenz Klein- und Kleinstunternehmen einerseits zu übernehmen und in Großkonzerne zu integrieren und durch den Zusammenschluss mehrerer Unternehmen unter einer Dachmarke andererseits ergeben sich Konstellationen, welche es technisch spezialisierten Unternehmen erlauben, Aufträge für große Bauvorhaben mit zahlreichen Fremdgewerken unter Beibehaltung der eigenen Spezialisierung anzunehmen. Dieses Potenzial kann lediglich durch eine kooperative Projektabwicklung nutzbar gemacht werden. Letztlich hängt jedoch die Nutzung vorhandener Potenziale immer von der Qualifikation der einzelnen Beteiligten ab. Dies trifft nicht nur auf die Führungs- und Entscheidungsebene zu, sondern aufgrund der technischen Komplexität eines Holzsystembaus auch auf die darunterliegende ausführende Ebene. Diese operativen Einheiten gestalten maßgeblich die Umsetzung der Prozesse mit und bedürfen demnach einer laufenden Qualifikation auf technischer, aber auch auf unternehmensstrategischer Ebene.

Das Potenzial des Holzsystembaus ist vielfältig und umfangreich. Es lässt sich durch zahlreiche Maßnahmen, Hilfsmittel und Werkzeuge in der Umsetzung nutzen, bedarf jedoch eines prozessorientierten Denkansatzes in der Gestaltung. Der Holzsystembau schafft neben der technischen Voraussetzung unter Einhaltung von Systemprinzipien die Möglichkeit, einerseits eine Verknüpfung unterschiedlicher Disziplinen und bautechnischer Organisationen, andererseits aber auch eine Wechselbeziehung vom Besteller und den produzierenden Systemen herzustellen. Dies zeichnet auch den weiteren Weg vom Systembau zum Industriellen Bauen aus und ist mitverantwortlich in der künftigen Gestaltung derartiger Prozesse.

8.2 Potenziale des Bauprozessmodells im Holzsystembau

Der Holzsystembau, welcher nach dem Baukastenprinzip unterschiedliche Komponenten, Bauteile und Bauteilgruppen mit variierenden Vorfertigungsgraden miteinander kombiniert, hat technisch, als auch baubetrieblich differenzierte Vorteile und teils leicht nutzbare Potenziale. Durch Maßnahmen der Standardisierung und Systematisierung aus einem technischen und produktionsspezifischen Standpunkt heraus können der Großteil der Potenziale mit einfachen Ansätzen und Werkzeugen und unkomplizierter Mechanismen und Hilfsmittel in einem Holzbauunternehmen genutzt werden.

Dennoch bedarf es hierfür einerseits adaptierter Geschäftsprozesse, andererseits auch eines an die Unternehmensvision angepassten Organisationsmodells. Die Berücksichtigung der Einflussgrößen innerhalb der bestehenden Einfluss- und Prozessfaktoren stellen demnach die Schlüsselfaktoren in der Potenzialnutzung dar, um unter Einbindung der Verantwortungsebenen und jeweiligen Entscheidungsträger eine Vorgehensweise im Unternehmen festzulegen, welche prozessorientiert den Kundenwunsch bestmöglich umsetzt.

Diese Form der Betrachtung bildet im Kontext dieses Forschungsvorhabens die Modellierung und Ableitung eines Bauprozessmodells speziell für den Holzsystembau ab. Es zeigt sich, dass durch die Integration und Adaption von Geschäftsprozessen mit den Einflüssen und Auswirkungen auf die Kern-, Support- und Managementprozesse sowie der Konfiguration technischer und auch bauwirtschaftlicher Maßnahmen eine Modellierung möglich wird, welche einzelne Potenziale der Einfluss- und Prozessfaktoren nutzt und diese in unterschiedlichen Bereichen der Planung und Ausführung als Gestaltungsmöglichkeit implementiert.

Dabei formen diese Potenzialkriterien durch die Zuordnung, Bewertung und Gewichtung auf den drei unterschiedlichen Wirkebenen Planung, Ausführung sowie Planung & Ausführung gemeinsam ein 3-Sphären-Modell (3-SP-M) für den Holzsystembau. Die Sphären stellen in diesem Fall die unterschiedlichen Positionen der unmittelbar Beteiligten im Holzbau dar, welche einerseits durch Planer, andererseits durch Ausführende sowie durch Kombinationsunternehmen, welche beide Bereiche des Holzbaus abdecken, dar. Diese Sphären unterscheiden sich demnach von den üblichen Sphären AG und AN und werden jeweils im Kontext der internen Holzbau-Planung bzw. Holzbau-Ausführung betrachtet.

Die Zuordnung der Potenzialkriterien innerhalb des 3-Sphären-Modells zu den einzelnen Wirkebenen bedingt im Bereich der Einflusskriterien unterschiedlich große Auswirkungen, welche durch die Gewichtung in *klein*, *mittel* und *groß* die jeweilige Beeinflussung der Systeme definiert. Demgegenüber stehen die Potenzialkriterien, die aufgrund ihrer Eingliederung in die drei Wirkebenen den bestehenden Handlungsbedarf definieren und wiederum in *klein*, *mittel* und *groß* kategorisiert werden.

Des Weiteren werden diese Handlungsbedarfe im Kontext des Bauprozessmodells auf den vier Ebenen des Bauprozessmanagements zeitlich bewertet, um durch die Kategorisierung in *kurz-*, *mittel* und *langfristig* den Verantwortlichen und Entscheidungsträgern auf strategischer, organisatorischer, operativer und technologischer Ebene des Bauprozessmanagement den Umsetzungszeitraum zur Nutzung der Potenziale darzustellen.

Aufgrund dieser Bewertung ist es möglich, die bestehende Kompetenzprofile durch die Eignung von Maßnahmen zu erweitern bzw. ganzheitlich neu aufzubauen. Das damit einhergehende Geschäftsmodell, welches eine Adaption dieses allgemein gültigen Bauprozessmodells auf die jeweiligen Unternehmensumstände abbildet, erzeugt durch eine Anpassung der Geschäftsprozesse sowie der Umsetzung technisch-bauwirtschaftlicher Maßnahmen neben der Erweiterung der Kernkompetenz ebenso eine Effizienzsteigerung in den Unternehmensabläufen. Dieser Beitrag zur Transparenzerhöhung bei gleichzeitiger Optimierung von Prozessen und schlussendlich der Professionalisierung in der Unternehmenssteuerung im Holzsystembau gründet sich auf prozessorientierten und flexibilisierten Geschäftsprozessen, welche unter Zuhilfenahme standardisierter Werkzeuge und Hilfsmittel eine Industrialisierung von Bauprozessen ebenso ermöglicht.

Das abgeleitete Bauprozessmodell bildet hierfür die Grundlage in der Gestaltung und Weiterentwicklung der holzbauspezifischen Unternehmensvision.

8.3 Resümee und Blick in die Zukunft

Dieses Forschungsvorhaben stellt eine ganzheitliche Betrachtung des Holzsystembaus sowohl unter technischen Gesichtspunkten als auch unter Einbeziehung baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Elemente dar. Die Ableitung eines Paradigmas mit eindeutigen Handlungsalternativen steht demnach im Zentrum der Betrachtung.

Diesen Grundsätzen folgend wurden zu Beginn dieser Untersuchung in Kapitel 1 fünf zentrale Forschungsfragen gestellt, welche aufbauend auf den Erkenntnissen an dieser Stelle zusammenfassend beantwortet werden.

Welche Einfluss- und Prozessfaktoren dominieren den Holzsystembau unter Berücksichtigung der baubetrieblichen Einflussgrößen, bauwirtschaftlichen Schlüsselfaktoren und steuernden Geschäftsprozesse?

Neben einer Vielzahl an Einflussfaktoren konnten aufgrund der durchgeführten Umfrage zwei wesentliche Bereiche identifiziert werden, welche maßgebliche Einflussgrößen auf die Entwicklung des Holzsystembaus aufweisen. Zum einen ist das der Einflussfaktor *Unternehmen und Markt*, welcher durch die Einflussgrößen *Unternehmensstruktur, Märkte und Ziele* sowie die *Ausgangslage* gebildet wird. Zum anderen bildet die *Entwicklung* an sich eine maßgebliche Einflussgröße, welche sich aus den Entscheidungsgrundlagen, der eigentlichen *Entwicklung* sowie den *Chancen und Risiken* zusammensetzt.

Neben den Einflussfaktoren bestimmen zahlreiche Prozessfaktoren den Holzsystembau, wobei sich an dieser Stelle fünf als besonders relevant darstellen. Der Prozessfaktor *Planung* bildet demnach einen Schlüsselfaktor ab, wobei dieser aus den *Planungsprozessen* und den *Kooperationsmodellen* hervorgeht und sich gemeinsam mit dem *Building Information Modeling (BIM)* als künftige Methode der integralen Prozessgestaltung für den Industriellen Holzbau als potenzielles Umsetzungsszenario eignet. Neben der Planung kommt dem *Baubetrieb* eine wesentliche Bedeutung als bestimmender Prozessfaktor zu, da durch die Ausweitung der *Arbeitsvorbereitung* in Richtung Fertigungsplanung sowohl die *Baulogistik* als auch die Bauverfahrens- und Montagetechnik grundlegenden Einfluss auf die Weiterentwicklung des Holzsystembaus haben. Technische Aspekte bilden sich im Prozessfaktor des *Industriellen Holzbaus* ebenso ab, welcher aus den zugrunde liegenden *Systemen*, der *Vorfertigung* mit individuellen Fertigungsstufen sowie *Entwicklungen und Hemmnissen* besteht. Der Prozessfaktor *Ausschreibung, Kosten und Kalkulation* bildet einen bauwirtschaftlichen Rahmen um die technischen und organisatorischen Kerngebiete und trägt maßgeblich zur wirtschaftlichen Umsetzung im Holzsystembau bei. Das *Bauvertragswesen* mit seinen *Geschäftsmodellen* umfasst den fünften und letzten Prozessfaktor, der sich aus den *Unternehmenseinsatzformen*, den *Geschäfts- und Kooperationsmodellen*

sowie der *Personalentwicklung* als maßgebliche Einflussgröße zusammensetzt.

Diese zwei genannten Einfluss- und weiteren fünf Prozessfaktoren stellen entsprechend dieser Untersuchung die dominierenden Einflussgrößen in der baubetrieblichen Umsetzung anhand bauwirtschaftlicher Schlüsselfaktoren, unter Einbeziehung der steuernden Geschäftsprozesse, dar.

Welche Potenziale lassen sich im Holzsystembau in Bezug auf diese Einfluss- und Prozessfaktoren in den Bereichen der Planung, des Baubetriebs, des Industriellen Holzbaus, der Ausschreibung, Kalkulation und Kosten sowie im Bauvertragswesen und den Geschäftsmodellen erfassen und als Potenzialkriterien ableiten?

Innerhalb der abgeleiteten Einfluss- und Prozessfaktoren lassen sich eine Vielzahl an Potenzialen abstrahieren, welche sich sowohl auf die technischen Entwicklungen in Form serieller Detaillösungen stützen, als auch unter Einbeziehung bauwirtschaftlicher Rahmenbedingungen die Eignung von Kooperationsmodellen und Anwendung digitaler Methoden besonders hervorheben. Demnach kommt dem Thema der integralen sowie kooperativen Projektabwicklung in allen Projektphasen eine grundlegende Bedeutung zu, da sie unter der Berücksichtigung der Machbarkeit organisatorischer Umsetzungsprozesse einzelne Handlungsspielräume sowohl auf operativer als auch strategischer Ebene erlauben. Dennoch sind hierfür Hilfsmittel und Werkzeuge im Zuge der Planung, aber auch der Ausschreibung, Kostenplanung und Kalkulation notwendig und bilden die Voraussetzung für eine Nutzung der Potenziale in diesen Prozessfaktoren.

Unter welchen Voraussetzungen kann eine Entwicklung des industrialisierten Holzbaus hin zum Industriellen Holzbau im baubetrieblichen Sinne stattfinden und welche baubetrieblichen, bauwirtschaftlichen sowie managementspezifischen Maßnahmen sind hierfür notwendig?

Die Entwicklung vom industrialisierten Holzsystembau hin zum Industriellen Bauen bedarf vor allem technischer Voraussetzungen im Sinne geeigneter standardisierter und systematisierter Bausysteme sowie einer Komponentisierung und Modularisierung seriell herstellbarer Detailkonzepte. Neben diesen technischen Entwicklungen und Adaptierungen sind aber dennoch zahlreiche Geschäftsprozesse ebenso anzupassen bzw. für den Industriellen Holzsystembau zu entwickeln. Diese Abwandlungen spiegeln sich in den einzelnen Kernprozessen ebenso wider, wie in den zugehörigen Support- und Managementprozessen. Es bedarf einer ganzheitlichen Sichtweise über alle Ebenen hinweg, um aus dem Bauprozessmanagement heraus eine prozessorientierte Denk- und Handlungsweise nicht nur in der Unternehmensvision, sondern auch in den täglichen Unternehmensaktivitäten zu integrieren. Zahlreiche technische Maßnahmen bilden die Voraussetzung für diese Form der grundstrukturellen Änderung. Die technische Rationalisierung in den Abläufen kann durch Automatisierung

der Bauprozesse ebenso erreicht werden, wie durch die Bündelung normierter Bauteile in Form von Baugruppen und Komponenten. Als Werkzeug für die Anpassung dieser technischen Maßnahmen an die Geschäftsprozesse eignen sich Informationssysteme ebenso wie Optimierungsmaßnahmen. Diese lassen sich wiederum durch eine Losgrößenorientierung sowie einer Lean Implementierung in den Prozessen darstellen, um eine Industrialisierung der Bauprozesse auf lange Sicht zu erreichen.

Welche Handlungsbedarfe bestehen im Bereich der erhobenen Einfluss- und Prozessfaktoren zur Nutzung des Potenzials im Zuge der Entwicklung vom industrialisierten zum Industriellen Holzbau?

Unter Bezugnahme auf die abgeleiteten Einfluss- und Prozessfaktoren lassen sich aufbauend auf die bestehenden Potenzialkriterien die Handlungsbedarfe in den einzelnen Kategorien erfassen und durch eine Gewichtung und Bewertung in den jeweiligen Sphären in ihrer Größe und zeitlicher Dimension darstellen. Diese Zuordnung der Handlungsalternativen zu den Prozessfaktoren, aber auch Wirk- und Handlungsebenen, ergibt ein umfassendes Bild (Vgl. Bild 6.42) an Aktivitäten und Maßnahmen, welche bei Durchführung im jeweiligen Zeitraum die Potenziale nutzbar machen. Dennoch ist diese allgemeingültige Darstellung auf die differenzierten Unternehmensspezifika hin anzupassen und auch die Handlungsbedarfe sowohl in ihrer Größe als auch in ihrer zeitlichen Dimension auf die Anforderungen des Unternehmens hin zu adaptieren. Allerdings kann die Entwicklung zum Industriellen Holzbau lediglich durch die Berücksichtigung sämtlicher Kriterien und Prozessfaktoren erfolgen, da eine punktuelle Weiterentwicklung lediglich in Teilbereichen eine Adaptierung erlaubt, jedoch die Gesamtstruktur eines Unternehmens keine Anpassung erfährt. Daher besteht auch die Notwendigkeit, dass sämtliche Unternehmensebenen und Verantwortungsbereiche gemeinsam diese Entwicklung unterstützen und auch forcieren, um durch eine uneingeschränkte Sichtweise sämtliche Einzelheiten in der geänderten Betrachtungsweise mit einbeziehen.

Ist es möglich unter Berücksichtigung sämtlicher Maßnahmen und Handlungsalternativen ein ganzheitliches Bauprozessmodell für den Holzsystembau abzuleiten, welches eine Prozess- und Bauablaufoptimierung unter Einbeziehung der Planer, Ausführenden und Auftraggeber ermöglicht?

Die Integration aller Beteiligten sowohl im Unternehmen als auch auf Seiten der Projektpartner erlaubt es, ein Bauprozessmodell für den Holzsystembau abzuleiten, welches die Unternehmensspezifika, aber auch die Rahmenbedingungen für die Projektabwicklung definiert und großteils neu gestaltet. Die Möglichkeiten der Einbindung zahlreicher Disziplinen und Verantwortungsebenen erlaubt es unter Berücksichtigung der Handlungsalternativen jene Maßnahmen zu setzen, welche das bestehende Potenzial nutz- und gestaltbar machen, um unter Einbeziehung sämtlicher Ebe-

nen des Bauprozessmanagements die Auswirkungen dieser Veränderungsprozesse im Sinne der Unternehmensentwicklung zur Optimierung der Prozesse und Systeme herbeizuführen.

Aufbauend auf der Beantwortung dieser Forschungsfragen ergibt sich in zahlreichen Themengebieten weiterer Forschungsbedarf, welcher für die künftige Umsetzung des Industriellen Holzbaus die notwendige Voraussetzung darstellt.

Systemspezifischer Forschungsbedarf

Zum einen ist es erforderlich, die technischen Systeme in höchstem Maße weiter zu entwickeln. Dies betrifft nicht nur die laufende Produktentwicklung, sondern vor allem das Thema der Standardisierung, Normierung und Typisierung von Bauteilen, Bauteilgruppen und gesamten Bausystemen. Die Systematisierung von Elementen unter Einbeziehung einer Komponentisierung stellt eine Grundvoraussetzung in der Weiterentwicklung hin zum Industriellen Holzbau dar. Ohne eine weitreichende Standardisierung weg von der Individualität der Hersteller ist ein prozessorientierter Holzsystembau auf der Baustelle undenkbar. Der vorherrschende Unikatgedanke sollte dennoch im Fokus des Entwicklers stehen, da dieser die Simplifizierung in den Details vornimmt, jedoch die Gestaltung an der Oberfläche nach individuellen Vorstellungen dem Kunden überlässt. Das Mitspracherecht bei modularisierten Detailpunkten muss im Zuge einer Standardisierung auf ein Minimum reduziert werden. Im Sinne einer Mass Customization muss der Grundgedanke eines Modern Manufacturing speziell im Holzsystembau vorangetrieben werden, um durch die Reduktion der Materialvielfalt und des Materialmixes in den Konstruktionen eine weitreichende Systematisierung der Holzbausysteme zu erlauben.

Fertigungsspezifischer Forschungsbedarf

Neben diesen Entwicklungen auf Produktebene bedarf es großer Anstrengung in der Weiterentwicklung maschineller automatisierter Anlagen speziell für die Baustelle. Die Digitalisierung stellt hierbei einen wesentlichen Kerngedanken dar, da unter Zuhilfenahme dieser die Kommunikation der einzusetzenden von Menschen gesteuerten Bauwerkerrichtungssystemen möglich wird. Die Einbeziehung teil- bzw. vollautomatisierter Montageanlagen kann unter Verwendung von Roboter- und Fertigungstechnologien bei spezieller Adaptierung für Baustellenprozesse das Industrielle Bauen auf der Baustelle ermöglichen und in seiner Gesamtheit revolutionieren. Demnach ist diesem Aspekt speziell durch die Maschinenbauindustrie unter Einbeziehung des Wissens der Bauingenieure und Fachkenntnisse der Holzbauunternehmen verstärkte Aufmerksamkeit zu schenken.

Managementspezifischer Forschungsbedarf

Die Anpassung der Managementsysteme und Geschäftsprozesse auf jene des Holzbaus bedürfen der Einbindung betriebswirtschaftlicher Grundmechanismen sowie der Verschränkung mit den Managementdisziplinen. Allerdings erlaubt lediglich der Fokus aus technischer Sicht unter Berücksichtigung der Material- als auch Konstruktionspezifika eine Anpassung der Managementprozesse und zugrunde liegenden Geschäftsmodelle auf den Industriellen Holzbau. Eine ausschließliche Betrachtung aus Sicht der Betriebswirtschaft bzw. der Maschinenbauindustrie kann aufgrund des fehlenden Verständnisses sowohl in den Bauprozessen, als auch in den fertigungsspezifischen Anforderungen des Holzbaus die Entwicklung zwar fördern, jedoch nur unter Einbeziehung der Planer und Entscheidungsträger als auch den ausführenden Holzbauunternehmen eine ganzheitlich zufriedenstellende Lösung liefern. Zusätzlich stellen auch alternative Vertriebskonzepte ebenso wie eine von der Auftragslage unabhängige Fertigung sowie die Verwendung von Marketing-Werkzeugen eine wesentliche Herausforderung in der künftigen Entwicklung des Industriellen Holzbaus dar. Innovationen in den strategischen Feldern sind neben jenen der technischen Bereiche essenziell für einen nachhaltig wirtschaftlichen Erfolg des Industriellen Holzbaus. Durch die ausschließliche Fokussierung auf eine technische und ablaufbedingte Optimierung kommt es lediglich zu einer Verschärfung des Preiskampfes und damit zu einem langfristigen negativen Einfluss auf die Branche. Daher sind alternative Konzepte in allen Unternehmensbereichen erforderlich, welche sowohl produktions- und verfahrensspezifische als auch strategische Auswirkungen haben, um ein gesundes Wachstum sämtlicher beteiligter Unternehmen langfristig sicherzustellen.

Projektspezifischer Forschungsbedarf

Durch die Individualität von Bauwerken, welche auch künftig eine Prämisse im Entwurf und der Umsetzung von Holzbauten darstellt, besteht dennoch die Anforderung projektabhängig Einzelentwicklungen vorzunehmen, welche einerseits ein Alleinstellungsmerkmal eines Bauwerks darstellen, jedoch im Kern auf standardisierte Komponenten und Bausysteme zurückgreifen. Diese Wechselwirkung ist als große Herausforderung in der künftigen Planung und Umsetzung von Holzbauten zu verstehen. Die Komplexität im Bauwesen bedarf durch die Vielzahl an Systemen, Materialien und Kombinationsmöglichkeiten sowie die nicht bestimmbareren Einflüsse aufgrund von Rahmenbedingungen und Umwelteinflüssen auch künftig einer individuellen Gestaltung der Bauwerke und Anpassung an die Gegebenheiten.

Das in diesem Forschungsvorhaben dargelegte Bauprozessmodell bildet die Basis für die weitere Entwicklung und legt die Grundsätze für die Implementierung des Modells dar. Eine Prozess- und Bauablaufoptimierung im Holzsystembau kann durch Berücksichtigung und Fortführung dieses Bauprozessmodells in den einzelnen Unternehmen gelingen, um dadurch eine optimierte Prozessgestaltung zuzulassen.

Neben den wirtschaftlichen Aspekten im Rahmen der Unternehmensführung besteht diese dringliche Notwendigkeit vor allem aufgrund des steigenden Ressourcenverbrauchs, der sich sowohl auf umweltpolitischer Ebene schädigend auswirkt als auch im sozi-kulturellen Kontext gesehen eine Vergeudung menschlicher Energie darstellt. Demnach scheint es an der Zeit, dass eine Prozessoptimierung auch in den Unternehmensvisionen und Leitbildern stattfindet, welche nicht nur eine unternehmensorientierte Gewinnmaximierung zur Folge haben, sondern vor allem die Qualität, sowohl bei den Beteiligten als auch der hergestellten Bauwerke maßgeblich steigert.

Dieses Forschungsvorhaben soll dazu beitragen, dass sich in absehbarer Zeit eine neue und vor allem nachhaltige ökosoziale Perspektive unter der Berücksichtigung des Holzbaus fortwährend realisieren lässt.

.... im Sinne unserer Nachkommen

Literaturverzeichnis

ABERGER, E.: Building Information Modeling als Methode des integralen Planungsprozesses im Holzbau. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

— : Planungsprozesse im Holzbau. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Building information modeling in timber construction – a solution for planning process, design phases and unification of scope of works. In: proceedings WCTE 2018 – World Conference on Timber Engineering, 2018.

ACCENTURE STRATEGY: Mut, anders zu denken: Österreichs Top 100 im digitalen Wettbewerb. Wien. accenture strategy, 2015.

ALLEN, D.; KRAUS, F.: New Engineering Contract (NEC) – Charakter und Anwendungserfahrung aus UK. In: Tagungsband 3. PM-Bau Symposium, 2008.

AMBROZY, H. G.; GIERTLOVÁ, Z.: Planungshandbuch Holzwerkstoffe – Technologie – Konstruktion – Anwendung. Wien. Springer Verlag, 2005.

ANTILL, J. M.; FARMER, B. E.: Engineering Management. Sydney. McGraw-Hill Book Company Australia Pty Limited, 2000.

AOV – AGENTUR, f. ö.: Richtpreisverzeichnis für Hochbauarbeiten 2017. Bozen. AOV – Agentur für die Verfahren und die Aufsicht im Bereich öffentliche Bau-, Dienstleistungs- und Lieferaufträge, 2017.

ARH ARBEITSZEIT-RICHTWERTE HOCHBAU: Holzbau Zimmererarbeiten. Neu-Isenburg. Zeittechnik-Verlag GmbH, 2002.

ARMBRUSTER, C. et al.: Vorfertigung. In: Bauen mit Holz in Oberösterreich, 1/2011.

AUGUSTIN, M.; MAHLKNECHT, U.: Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau – Übersicht Verbindungstechnik im Holzbau. Forschungsbericht (Langbericht – Teil holz.bau forschungs gmbH). Graz. holz.bau forschungs gmbH, 2016.

AUGUSTIN, M. et al.: Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau. Forschungsbericht (Kurzfassung). Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft | holz.bau forschungs gmbH | ZT Büro Kurt Pock | Holzcluster Steiermark GmbH, 2016.

AUSTRIAN STANDARD INSTITUTE: ÖNORM B 2310 (Ausgabe: 2009-05-01) Fertighäuser – Benennungen und Definition sowie Mindestleistungsumfang.

— : ÖNORM DIN 18000 (Ausgabe: 2003-04-01) Modulordnung im Bauwesen (zurückgezogen).

- : ÖNORM B 3260 (Ausgabe: 2009-09-01) Betonfertigteile – Betonfertiggaragen – Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen.
- : ÖNORM B 3328 (Ausgabe: 2012-04-01) Vorgefertigte Betonerzeugnisse – Anforderungen, Prüfungen und Verfahren für den Nachweis der Normkonformität von Fertigteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton.
- : ÖNORM EN 13693 (Ausgabe: 2009-09-15) Betonfertigteile – Besondere Fertigteile für Dächer.
- : ÖNORM EN 14991 (Ausgabe: 2007-08-01) Betonfertigteile – Gründungselemente.
- : ÖNORM EN 15050 (Ausgabe: 2012-05-15) Betonfertigteile – Fertigteile für Brücken.
- : ÖNORM B 2330 (Ausgabe: 2015-12-01) Brandschutztechnische Ausführung von mehrgeschossigen Holz- und Holzfertighäusern Anforderungen und Ausführungsbeispiele.
- : ÖNORM B 2331 (Ausgabe: 2015-12-01) Brandschutztechnische Ausführung von Einbauten in Holz- und Holzfertighäusern.
- : ÖNORM B 2340 (Ausgabe: 2007-08-01) Luftdichtheit der Gebäudehülle von Holz- und Holzfertighäusern.
- : ÖNORM B 3804 (Ausgabe: 2003-03-01) Holzschutz im Hochbau – Gebäude errichtet aus vorgefertigten Holzbauteilen – Voraussetzung für die Reduktion von chemischen Holzschutzmaßnahmen.
- : ÖNORM B 2320 (Ausgabe: 2017-08-01) Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen .
- : ÖNORM EN 13369 (Ausgabe: 2017-05-15) Allgemeine Regeln für Betonfertigteile.
- : ÖNORM B 2211 (Ausgabe: 2009-06-01) Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten.
- : ÖNORM EN 14250 (Ausgabe: 2010-04-01) Holzbauwerke – Produktanforderungen an vorgefertigte tragende Bauteile mit Nagelplattenverbindungen.
- : ÖNORM EN ISO 9000 (Ausgabe: 2015-11-15) Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe.
- : ÖNORM DIN 18202 (Ausgabe: 2010-02-15) Toleranzen im Hochbau – Bauwerke.
- : ÖNORM EN 13978-1 (Ausgabe: 2005-08-01) Betonfertigteile – Betonfertiggaragen – Teil 1: Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen.

— : ÖNORM B 1801-1 (Ausgabe: 2015-12-01) Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung.

— : ÖNORM B 1801-2 (Ausgabe: 2011-04-01) Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 2: Objekt-Folgekosten.

— : ÖNORM A 7010-5 (Ausgabe: 2014-04-01) Objektbewirtschaftung – Datenstrukturen – Teil 5: Objektbuch zur nutzungs- und betriebsorientierten Informationsweitergabe.

— : ÖNORM EN 16310 (Ausgabe: 2013-004-01) Ingenieurdienstleistungen – Terminologie zur Beschreibung von Ingenieurdienstleistungen für Gebäude, Infrastruktur und Industrieanlagen.

— : ÖNORM A 2050 (Ausgabe 2006-11-01) Vergabe von Aufträgen über Leistungen – Ausschreibung, Angebot, Zuschlag – Verfahrensnorm.

— : ÖNORM B 2110 (Ausgabe: 2013-03-15) Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm.

— : ÖNORM B 2061 (Ausgabe: 1999-09-01) Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm.

— : ÖNORM EN 14843 (Ausgabe:2007-08-01) Betonfertigteile – Treppen.

— : ÖNORM B 2215 (Ausgabe: 2017-12-01) Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm.

— : ÖNORM A 2063 (Ausgabe: 2015-07-15) Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form.

— : ÖNORM A 6241-2 (Ausgabe: 2015-07-01) Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM.

— : ÖNORM EN 14992 (Ausgabe: 2012-09-01) Betonfertigteile – Wandelemente.

BÄRTHEL, J.: Industrielles Bauen – Leitfaden für KMU-Geschäftsführer. ETH Zürich. IBB – Institut für Bauplanung und Baubetrieb, 2002.

BAUER, H.: Baubetrieb. Heidelberg. Springer-Verlag, 2007.

BAUERNHANSL, T.; TEN HOMPEL, M.; VOGEL-HEUSER, B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2014.

BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMANN, M.: Prozessmanagement – Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Heidelberg. Springer-Verlag, 2012.

BECKER, K. et al.: Planungs- und Konstruktionsrichtlinie für die Ausführung mehrgeschossiger Holzbauwerke zur Steigerung der Holzverwendung. Stuttgart. Fraunhofer IRB Verlag, 1998.

- BERGMEISTER, K.; WÖRNER, J.-D.: Beton-Kalender 2005 – Schwerpunkt: Fertigteile, Tunnelbauwerke, Band 2. Ernst & Sohn, 2004.
- BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 3 – Baubetriebsführung. Wiesbaden. Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2009.
- BEYER, G. et al.: Tackle Climate Change: Use Wood. Brüssel. CEI-Bois, 2006.
- BIEGER, T.; KRYS, C.: Einleitung – Die Dynamik von Geschäftsmodellen. In: Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis. Hrsg.: BIEGER, T.; ZU KNYPHAUSEN-AUFSEß, D.; KRYS, C.: Heidelberg. Springer-Verlag, 2011.
- BIEGER, T.; REINHOLD, S.: Das wertbasierte Geschäftsmodell – Ein aktualisierter Strukturierungsansatz. In: Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis. Hrsg.: BIEGER, T.; ZU KNYPHAUSEN-AUFSEß, D.; KRYS, C.: Heidelberg. Springer-Verlag, 2011.
- BINNER, H. F.: Methoden-Baukasten für ganzheitliches Prozessmanagement. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2016.
- BINNINGER, M.; DLOUHY, J.; HAGSHENO, S.: Technical takt planning and takt controlling in construction. In: 2017 – Lean and Computing in Construction Congress (LC³). Hrsg.: Crete. proceedings 25th annual conference of the international group for lean construction (IGLC), 2017.
- BKI BAUKOSTENINFORMATIONSZENTRUM: BKI Kostenplanung – Baukosten Bauelemente Neubau Statistische Kostenkennwerte. Stuttgart. BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, 2016.
- : BKI Kostenplanung – Baukosten Positionen Neubau Statistische Kostenkennwerte. Stuttgart. BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, 2016.
- BMWFW, B. W.: Standardisierte Leistungsbeschreibung Kennung: HB Version: 020 (Ausgabe: 30. Mai 2015) Leistungsbeschreibung Hochbau. Wien. bmwfw, 30.05.2015.
- : Standardisierte Leistungsbeschreibung Kennung: HT Version: 011 (Ausgabe: 30. April 2016) Leistungsbeschreibung Haustechnik. Wien. bmwfw, 2016.
- : Standardisierte Leistungsbeschreibung LG HB 36 Holzbauarbeiten – Entwurfs-Leistungsverzeichnis – Vorabversionen div. Leistungsgruppen der LB-HB und LB-HT – Entwurf Holzbauarbeiten (LV-Version 10.02.2017). Wien. bmwfw, 10.02.2017.

BOENERT, L.; BLÖMECKE, M.: Logistikkonzepte im Schlüsselfertigbau zur Erhöhung der Kostenführerschaft. In: Der Bauingenieur, 80/2003.

BOGNER, A.; LITTIG, B.; MENZ, W.: Interviews mit Experten – Eine praxisorientierte Einführung. Wiesbaden. VS Verlag für Sozialwissenschaften – Springer Fachmedien, 2014.

BOLLINGER, K. et al.: Planungsprozesse komplexer Strukturen – Interaktion zwischen Architektur und Tragwerk. In: Bautechnik, Band 91 | Ausgabe 4/2014.

BORRMANN, A. et al.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2015.

BOSSANNE, E. et al.: leanWOOD | book 4 – part B process. Forschungsbericht. Bordeaux. FCBA Institut Technologique, 2017.

BREGENHORN, T.: Bauproduktionsplanung und -steuerung nach den Prinzipien des Lean Management im Spezialfall Erdbau. Karlsruhe. Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2015.

BRÜHWILER, I.: Systeme im Holzbau – Systematik, Einordnung, Ausführung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. Hrsg.: FORUM-HOLZBAU: Biel. 2015.

— : Holz kann die Welt verändern – Wie Hermann Blumer dem Werkstoff Holz zu neuem Wachstum verhilft. Herisau. Appenzeller Verlag, 2013.

BRÜSSEL, W.: Baubetrieb von A bis Z. Düsseldorf. Werner Verlag GmbH, 2002.

BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Holzrahmenbau Planzeiten. Neu-Isenburg. Zeitechnik-Verlag GmbH, 1998.

BUNDESINNUNG BAU: Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen | Band 1 – Band 7. Wien. Wirtschaftskammer Österreich – Geschäftsstelle Bau, 2017.

BUNDESINNUNG DER BAUGEWERBE: Honorarordnung der Baumeister (HOB). Wien. Wirtschaftskammer Österreich – Geschäftsstelle Bau, 2000.

BUNDESINNUNG HOLZBAU: Sicherheit im Holzbau. Wien. Bundesinnung Holzbau, 2009.

BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSUL.: Honorarordnung für Architekten – HOA. Wien. BIK-Verlags-Ges.m.b.H., 2004.

— : HO-BPH Honorarleitlinie Bauphysik. Wien. Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten, 2004.

- : HOB-I Honorarleitlinie Bauwesen – Ingenieurbauwerke, Planung und örtliche Bauaufsicht. Wien. Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten, 2004.
- : Honorarleitlinie Bauwesen HOB-S für statische und konstruktive Bearbeitung von Hoch-, Industrie-, Wasser- und Sonderbauten. Wien. Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten, 2004.
- : Honorarordnung für Projektsteuerung HO-PS. Wien. Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten, 2001.
- : Honorarordnung für Begleitende Kontrolle HO-BK. Wien. Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten, 2001.
- : HIA 2010 Honrar Information Architektur. Wien. Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten, 2010.
- BUNDESKANZLERAMT ÖSTERREICH: Gewerbeordnung GewO 1994 (Gesetzesnummer 10007517) BGBl. Nr. 194/1994 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 131/2004, §71a (1), (2), (3).
- : Bundesgesetz über die Vergabe von Aufträgen (Bundesvergabegesetz 2006 – BVergG 2006) – BGBl. I Nr. 17/2006 idgF.
- BUNDESREGIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) – Kostenrecht – Bundesrechtsverordnung. Berlin. Bundesrepublik Deutschland, 2013.
- CHERET, P. et al.: Holzbausysteme. In: Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 4. Hrsg.: Düsseldorf. Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft – Holzabsatzfonds; Informationsdienst Holz, 2000.
- CHRIST, J. P.: Intelligentes Prozessmanagement. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2015.
- COLAVIZZA, A.: Baubetrieb im mehrgeschossigen Holzwohnbau – Arbeitsvorbereitung, Logistik und Gerätetechnik. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, in Bearbeitung.
- DANGELMAIER, W.: Theorie der Produktionsplanung und -steuerung. Heidelberg. Springer-Verlag, 2009.
- : Produktionstheorie 1. Berlin. Springer-Verlag GmbH Deutschland , 2017.
- DAVENPORT, T. H.: Process innovation: reengineering work through information technology. Boston. Harvard Business School Press, 1994.
- DAVIES, C.: The Prefabricated Home. London. Reaktion Book Ltd, 2005.
- DAVIS, S. M.: Futurer Perfect. Reading. Addison Wesley, 1987.
- DE MONTE, F.: Bestandsaufnahme der Arbeitssysteme im Holz(rahmen)bau mit Fokus auf Bausysteme, Arbeitsvorbereitung und

Vorfertigungstiefe. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2016.

DEDERICH, L.; KOCH, J.: Holzkonstruktionen in Mischbauweise. In: Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 5. Hrsg.: Bonn. Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft – Holzabsatzfonds; Informationsdienst Holz, 2006.

DEDERICH, L.; WINTER, S.; KEHL, D.: Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer. In: Holzbau Handbuch – Reihe 0, Teil 5, Folge 1. Hrsg.: Bonn. Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft – Holzabsatzfonds; Informationsdienst Holz, 2008.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HOLZFORSCHUNG E.V. -DGFH-, M.: Innovativer Holzsystembau: Ergebnisse des Verbundvorhabens Rationalisierungspotential im Holzbau – Planung, Fertigung, Auf- und Ausbau. Forschungsbericht. München. Selbstverlag, 2005.

— : Produktmodell DtH – Durchgängiger Datentransfer zur Minimierung des Ressourcenverbrauchs. Forschungsbericht – Schlussbericht Teilvorhaben 2 Verbundprojekt Innovativer Holzsystembau durch optimierte Fertigungs- und integrierte Planungsmethoden. Cottbus. Brandenburgische Technische Universität Cottbus | Lehrstuhl für Statik und Dynamik, 2005.

DEUTSCHER HOLZWIRTSCHAFTSRAT E.V. (DHWR): Roadmap Holzwirtschaft 2025. Bericht. Berlin-Charlottenburg. Deutscher Holzwirtschaftsrat e.V. (DHWR), 2016.

— : Ergebnisse der DHWR-Studie "Hemmnisse im Bauen mit Holz". Bericht. Berlin-Charlottenburg. Deutscher Holzwirtschaftsrat e.V. (DHWR), 2014.

DICKMANN, P.: Schlanker Materialfluss – mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Heidelberg. Springer-Verlag, 2006.

DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V.: DIN 4172 (Ausgabe: 2015-09) Maßordnung im Hochbau.

DÖMÖTÖR, R.: Erfolgsfaktoren der Innovativität von kleinen und mittleren Unternehmen. Wiesbaden. Gabler Verlag | Springer Fachmedien , 2011.

DU PREL, J.-B. et al.: Auswahl statistischer Testverfahren. In: Deutsches Ärzteblatt, Nr. 19/107. Jahrgang/14.Mai 2010.

DUDEN: Fremdwörterbuch. Mannheim. Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG, 1997.

DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. Wien. Linde Verlag Gs.m.b.H, 2013.

EBNER, G.: Plus 1 Mio. m³ bis 2020. In: BSP Special – Holzkurier | Holz Design | Holzbau Austria, Herbst 2017.

- ECKSTEIN, P. P.: Angewandte Statistik mit SPSS – Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2016.
- EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.
- EHGARTNER, J.: Toleranzen im Hochbau. In: bauaktuell, Nr. 2/2. Jahrgang/März 2011.
- EICHLER, C.: BIM-Leitfaden – Struktur und Funktion. Mironde-Verlag, 2014.
- EUROPÄISCHE UNION: Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des europäischen Parlaments und Rates über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung in Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2008.
- : Verordnung (EG) Nr. 305/2011 des europäischen Parlaments und Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2011.
- FACHVERBAND DER BAUINDUSTRIE DER WKO: ÖBGL Österreichische Baugeräteliste 2015 – Technisch-wirtschaftliche Baumaschinendaten. Wien. Bauverlag BV GmbH, 2015.
- FACHVERBAND DER HOLZINDUSTRIE ÖSTERREICHS: Auf Holz klopfen – Solides Wachstum mit guten Perspektiven für das Jahr 2017. Branchenbericht. Wien. Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2016/2017.
- FHP FORST HOLZ PAPIER: Leistungsbericht Wertschöpfungskette Holz. Bericht. Wien. FHP Kooperationsplattform Forts Holz Papier, 2016/2017.
- FIEDLER, J.: Bauhaus. Tandem Verlag GmbH, 2006.
- FORSTHOFER, C.: Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Untersuchung von thermischen Fassadensanierungen mit Holzbauelementen im Vergleich zu konventionellen Systemen. Graz. Bachelorarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.
- ELIASSON, L.: Components at the right time with right properties and in the exact amount. The future's timber house prefabricators demand; Just In Time!. In: Tagungsband 1. International Holzbau-Forum Nordic (IHN 12) – Växjö. Hrsg.: FORUM HOLZBAU: Biel. 2012.
- FOUAD, N. A.: Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. Wiesbaden. Springer Vieweg Fachmedien, 2013.
- FRAMPTON, K.: Die Architektur der Moderne. Stuttgart. Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 1997.

FRANKE, L. et al.: Baukonstruktion im Planungsprozess – Vom Entwurf zum Detailplanung. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2002.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORG.: Digitale Planungs- und Fertigungsmethoden. Ergebnisse der BIM-Studie für Planer und Ausführende. Stuttgart. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, 2015.

FSV, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung FSV-IV 004 (Ausgabe: 01. Mai 2015) Verkehr und Infrastuktur LB-IV . Wien . Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr , 2015.

FÜERMANN, T.: Prozessmanagement . München. Carl Hanser Verlag, 2014.

GABLER: Gabler Wirtschaftslexikon. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2014.

GAMERITH, H.: Bauschäden. Graz. TU Graz – Institut für Hochbau und Industriebau, 2001.

— : Die Stückgutbauweise – Mauerwerksbau. Graz. TU Graz – Institut für Hochbau und Industriebau, 1992.

— : Holzbau. Graz. TU Graz – Institut für Hochbau und Industriebau, 1996.

GASPARRI, E.: Prefabricated external wall system for tall cross-laminated timber buildings – design of unitized wood based facade assemblies for fast-track construction and quality assurance. Milan. Dissertation Politecnico di Milano Dpt. ABC – Architecture, Built Environment and Construction Engineering, 2016.

GASPARRI, E. et al.: Construction management for tall CLT buildings: From partial to total prefabrication of facade elements. In: Wood Material Science and Engineering, Volume 10, 2015 – Issue 3: special issue Forum Wood Building Nordic 2015/September 2015.

GASSMANN, O.; FRANKENBERGER, K.; CSIK, M.: Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. München. Carl Hanser Verlag, 2013.

GAUTIER, P.; ZERHUSEN, J.: Koordination, Integration, Prüfung und Freigabe – was schuldet der Architekt in Bezug auf die Werkstatt- und Montagepläne der ausführenden Unternehmen und die Schalpläne des Tragwerksplaners?. In: baurecht, Heft 3/2015.

GEHBAUER, F.: Lean Management im Bauwesen. Karlsruhe. Institut für Technologie und Management im Bauwesen, 2011.

GEIER, S.: Schlusssdokumentation Schweiz leanWOOD – Planen und Kooperieren für den vorgefertigten Holzbau. Forschungsbericht. Luzern. Hochschule Luzern – Technik & Architektur, 2017.

GEIER, S.; KEIKUT, F.: leanWOOD | Buch 2 – Rahmenbedingungen. Teil A und B: Analysen und Praxisspiegel. Forschungsbericht. Luzern. Hochschule Luzern – Technik & Architektur, 2017.

GEIER, S.; KEIKUT, F.; SCHUSTER, S.: leanWOOD | Buch 6 – Modelle der Kooperation Teil A: Vergabe- und Kooperationsmodelle. Forschungsbericht. München | Luzern. TU München – Professur für Entwerfen und Holzbau | Hochschule Luzern – Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur, 2017.

GEIER, S.; KEIKUT, F.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 3 – Teil A und B: Ausbildung. Forschungsbericht. Luzern – München. Hochschule Luzern – Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur | TU München – Professur für Entwerfen und Holzbau, 2017.

GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. Heidelberg. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2010.

— : Industrielles Bauen. ETH Zürich. IBB – Institut für Bauplanung und Baubetrieb, 2007.

— : Bauproduktionsprozesse des Tief- und Hochbaus. ETH Zürich. IBB – Institut für Bauplanung und Baubetrieb, 2015.

— : Forschungsmethodik in den Baubetriebswissenschaften. Zürich. ETH Zürich – Institut für Bauplanung und Baubetrieb, 2007.

— : Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse. Heidelberg. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.

GIRMSCHEID, G.; HOFMANN, E.: Industrielles Bauen – Fertigungstechnologie oder Managementkonzept?. In: Bauingenieur, Band 75 September/2000.

GIRMSCHEID, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. Heidelberg. Springer-Verlag, 2013.

GIRMSCHEID, G.; SCHEUBLIN, F.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. In: CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction. Hrsg.: ETH Zürich. IBB – Institut für Bauplanung und Baubetrieb, 2010.

GLASER, R.: Zum Kurz- und Langzeitverhalten von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen. Cottbus. Dissertation. Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus – Lehrstuhl für Massivbau, 2005.

GOTTANKA, C. J.: Positionierung von Bauunternehmen im Markt unter Berücksichtigung von Wertschöpfung und Organisation. München. Dissertation TU München – Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, 2017.

GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. Köln. Wolters Kluwer Deutschland GmbH, 2011.

GREEN, M.: Tall Wood Buildings: Design, Construction and Performance. Basel. Birkhäuser Verlag GmbH, 2017.

GREINER, O.: Kosten- und Qualitätsoptimierung durch industrielles Bauen. Graz. Dissertation, TH Graz – Institut für Bauwirtschafts- und Baubetriebslehre, 1975.

GROTE, H.: Kosten senken mit KOPF – Kybernetische Organisation, Planung und Führung. Berlin-Hannover. Patzer Verlag, 2002.

GRUNDKE, M.; WILDEMANN, H.: Modularisierung im Hausbau – Konzepte, Marktpotenziale, Wirtschaftlichkeit. München. TCW Transfer-Centrum Gmb H & Co KG, 2015.

HABERFELLNER, R. et al.: Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung. Zürich. Orell Füssli Verlag, 2015.

HABERFELLNER, R.; STELZMANN, E.: Systems Engineering: neu überdacht. In: WINGbusiness, Nr. 3/41. Jahrgang/ September 2008.

HACHTTEL, G.; HOLZBAUR, U.: Management für Ingenieure – Technisches Management für Ingenieure in Produktion und Logistik. Wiesbaden. Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2010.

HANNEMANN, C.: DIE PLATTE – Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. Braunschweig / Wiesbaden. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 1996.

HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Holzbau der Zukunft Teilprojekt 12 – Modulare, vorgefertigte Installationen in mehrgeschossigen Holzbauwerken. In: Reihe Holzbauforschung – Band7/12. Hrsg.: Fraunhofer IRB Verlag, 2008.

HECK, D.: Grundsätzliches zu den Geschäftsgemeinkosten. In: Tagungsband 9.Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar. Hrsg.: HECK, D.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

— : Kalkulation im Holzbau. In: Tagungsband 1. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2014 – Kosten und Kalkulation im Holzbau. Hrsg.: HECK, D.; KOPPELHUBER, J.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.

HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 1: Grundlagenrecherche/Kriterienkatalog. Forschungsbericht. Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2016.

HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 2: Auswahl und Analyse relevanter Geschäftsmodell-Ansätze. Forschungsbericht. Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2016.

HECK, D. et al.: Studie zu Geschäftsmodellen für innovative Modulbauten aus Holz – Teil 3: Geschäftsmodell-Prototyp und Handlungsempfehlungen. Forschungsbericht. Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2016.

ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.: Planungsprozesse und Kooperationsmodelle im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. Hrsg.: HECK, D.; KOPPELHUBER, J.; WALL, J.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

KARASEK, G.: Beweispflicht und Dokumentation bei Behinderungen. In: Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar. Hrsg.: HECK, D.; MAUERHOFER, G.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

HECK, D.; NÖSTLTHALLER, R.: Die Beschränkung der Kalkulationsfreiheit durch das Bundesvergabegesetz. In: Tagungsband 13. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Preisermittlung und Vergabe in der Bauwirtschaft | Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und baurechtliche Aspekte. Hrsg.: HECK, D.; MAUERHOFER, G.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

HEIDEMANN, A.: Kooperative Projektabwicklung im Bauwesen unter Berücksichtigung von Lean Prinzipien. In: Gehbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 68/KIT Scientific Publishing 2011.

HEIKKINEN, P. et al.: leanWOOD | book 4 – part C process. Forschungsbericht. Aalto. Aalto University School of Arts, 2017.

HEIKKINEN, P. et al.: TES EnergyFacade – prefabricated timber based building system for improving the energy efficiency of the building envelope. Forschungsbericht. München. Aalto University | TU München | NTNU, 2010.

HELMUS, M.: RFID-Technik als Möglichkeit, die Arbeitsvorbereitung zu optimieren. In: Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. Hrsg.: HECK, D.; LECHNER, H.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Projektentwicklung und Projektmanagement, 2010.

HELMUS, M.; NISANCIOGLU, S.; RANDEL, A.: Energie- und Ressourceneffizienz beim Betrieb von Baustellen – Die effiziente Baustelle. In: THIS – Fachmagazin für erfolgreiches Bauen, 2/2012.

HERZOG, T. et al.: Holzbau Atlas. Basel. Birkhäuser – Verlag für Architektur, 2003.

HESSELBACH, J. et al.: Ökologische Herstellung von Holzhäusern durch Entwicklung und Umsetzung automatisierter und fertigungsoptimierter

Produktionsprozesse. Forschungsbericht – Schlussbericht Teilvorhaben 2 Verbundprojekt Innovativer Holzsystembau durch optimierte Fertigungs- und integrierte Planungsmethoden. Braunschweig. Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik | Institut für Baukonstruktion und Holzbau, 2005.

HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

HITZLER, R.; HONER, A.; MAEDER, C.: Expertenwissen – Die institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit. Wiesbaden. Vieweg+Teubner Verlag, 1994.

HOFACKER, A.: Bewertung und Einführung von Lean-Methoden in der Einzel- und Kleinserienfertigung am Beispiel des Stahlbaus. Stuttgart. Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2010.

HOFACKER, A.; HICKETHIER, G.; BREGENHORN, T.: Der Baustellen-Leitstand – Shop-Floor-Management-Konzept für Baustellen. Karlsruhe. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2010.

HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb . Heidelberg. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.

— : Verbesserungspotential in der Bauausführung durch gezielte Arbeitsvorbereitung. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 12/2007.

— : Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. Heidelberg. Springer-Verlag, 2007.

HOFSTADLER, C.; FRANZL, G.: Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb. VÖBV – Verband Österreichischer Biege- und Verlegetechnik, 2011.

HOLLAND, H.; SCHARNBACHER, K.: Grundlagen der Statistik – Datenerfassung und -darstellung Maßzahlen, Indexzahlen, Zeitreihenanalyse. Wiesbaden. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH, 7. aktualisierte Auflage 2006.

HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Statistiken 2017 (zu Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau). Statistik. Berlin. Zentralverband Deutsches Baugewerbe e.V., 2017.

HOLZBAU DEUTSCHLAND; BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER: Lagebericht 2017 – Zimmerer / Holzbau. Statistik | Lagebericht. Berlin. Zentralverband Deutsches Baugewerbe e.V., Mai 2017.

HOLZBAU SCHWEIZ: Jahresbericht 2016/2017. Bericht. Zürich. Holzbau Schweiz, 2017.

HÖLZL, S.: Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.

- HOWELL, G. A.: What is Lean Construction. Berkeley. proceedings IGLC-7, 1999.
- HOWELL, G.; BALLARD, G.: Implementing Lean Construction: understanding and action. Guarujá. proceedings IGLC- 6, 1998.
- HUBWEBER, C. et al.: Holzrahmenbau. In: Informationsdienst Holz – Holzbau Handbuch – Reihe 1, Teil 1, Folge 7. Hrsg.: Düsseldorf. Informationsverein Holz e.V., 2015.
- HUß, W.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 1 – Teil A leanWood Herausforderungen & Motivation. Forschungsbericht. München. TU München – Professur für Entwerfen und Holzbau, 2017.
- HUß, W.; STIEGLMEIER, M.: leanWOOD | Buch 4 – Teil A Prozess. Forschungsbericht. München. TU München – Professur für Entwerfen und Holzbau, 2017.
- HUTER, P.: Bauwirtschaft im mehrgeschossigen Holzwohnbau – Analyse unterschiedlicher Vorfertigungstiefen bei Wandsystemen. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, in Bearbeitung.
- : Verbindungstechnik im Holzmassivbau – eine Erhebung des Status quo unter Einbeziehung bauwirtschaftlicher Aspekte. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft | Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2017.
- HUTH, S.: Bauen mit Raumzellen – Analyse einer Baumethode. Wiesbaden. Bauverlag, 1975.
- ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung – Leitfaden für die Anwendung der StLB Hichbau 019 und Haustechnik 010. Wien. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ), 2013.
- INSTITUT F ZEITWIRTSCHAFT UND BETRIEBSBERATUNG BAU: Kostendeckende Preise im Holzbau 2011/2012. Neu-Isenburg. Zeittechnik Verlag GmbH, 2010.
- INSTITUTE, A. S.: ÖNORM EN ISO 9001 (Ausgabe: 2015-11-15) Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen.
- JACOB-FREITAG, S.: Modulbauweise – Schnell mal 500 Ferienhäuser. In: mikado – Unternehmermagazin für Holzbau und Ausbau, 11/2014.
- JOEDICKE, J.: Architekturgeschichte des 20. Jahrhunderts. Stuttgart. Karl Krämer Verlag, 1988.
- KAISER, V.: Bauablaufanalyse der Verbindungstechnik im mehrgeschossigen Holzwohnbau mit speziellem Fokus auf die Aufwandswertermittlung. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

KALTENBACH, F.: Von der Tradition zur Touristenakktraktion – Vorfertigung im Holzbau der Dong. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Vorfertigung, 6/2012.

KARASEK, G.; HECK, D.: Der gestörte Bauablauf – eine rechtliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 6. Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar. Hrsg.: HECK, D.; LECHNER, H.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2013.

KAUFMANN, H.: Fit machen für systemisches Bauen. In: Mikado, 7/2013.
— : Bauen mit Holz – Wege in die Zukunft. München. Prestel Verlag, München, 2011.

— : Der andere Bauprozess. In: Zuschnitt 50 – Konfektionen in Holz, Juni/2013.

— : Gebäudetechnik im seriellen Holzbau. In: Tagungsband 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 1.KlaHFT'14 – Versorgen und Umhüllen im Holzbau | Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik. Hrsg.: KLAGENFURTER MESSE BETRIEBSGESELLSCHAFT MBH; INSTITUT FÜR HOLZBAU UND HOLZTECHNOLOGIE: Graz. Technische Universität Graz – Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2014.

KAUFMANN, H.; KRÖTSCH, S.; WINTER, S.: Atlas mehrgeschossiger Holzbau. München. Detail Business Information GmbH, 2017.

KERN, W.: Industrielle Produktionswirtschaft. Stuttgart. Schäffer-Poeschel Verlag, 1992.

KIMER, W. et al.: Enquete über die Bauwirtschaft. Forum, 1973.

KIRNER, E.; ARMBRUSTER, H.; KINKEL, S.: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess – Baustein zur Prozessinnovation in KMU?. In: Mitteilung Nummer 40. Hrsg.: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), 2006.

KIRSCH, J.: Organisation der Bauproduktion nach dem Vorbild industrieller Produktionssysteme – Entwicklung eines Gestaltungsmodells eines Ganzheitlichen Produktionssystems für den Bauunternehmer. In: Gehbauer F. Reihe F – Forschung, Heft 63/Universitätsverlag Karlsruhe 2009.

KIVINIEMI, M. et al.: leanWOOD | book 4 – part E process. Forschungsbericht. Espoo. VTT Technical Research Center of Finland, 2017.

KLOTZ, H.: Moderne und Postmoderne. Braunschweig. Vieweg&Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 1987.

KLUG, F.: Logistikmanagement in der Automobilindustrie. Heidelberg. Springer-Verlag, 2010.

- KOCH, S.: Einführung in das Management von Geschäftsprozessen. Heidelberg. Springer-Verlag, 2011.
- KOCHENDÖRFER, B.; LIEBCHEN, J. H.; VIERING, M. G.: Bau-Projekt-Management. Wiesbaden. Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien, 2010.
- KOHLBACHER, M.: The Perceived Effects of Business Process Management. Toronto. proceedings IEEE (TIC-STH 2009), 2009.
- KOHLBACH, D.; PROVASNEK, S.: Wirtschaftlichkeitsvergleich von Deckensystemen – konventionelle Betondecken und Brettsperrholzdecken im Geschosswohnbau. Graz. Masterprojekt Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.
- KOHLBACH, D. et al.: Grundlagen und Systematik der Standardkalkulation im Holzbau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. Hrsg.: HECK, D.; KOPPELHUBER, J.; WALL, J.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.
- KOLB, J.: Holzbau mit System. Zürich. Birkhäuser, 2007.
- : Systembau mit Holz. Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile. Zürich/Dietikon. Baufachverlag, 1998.
- KOMETOVA, S.: Controlling langfristiger Projekte im kommunalen Immobilienmanagement – Eine multikategoriale Gestaltungsanalyse und Konzeption. Darmstadt. Dissertation – Institut für Baubetrieb, 2013.
- KONCZ, T.: Bauen industrialisiert. Wiesbaden. Bauverlag GmbH Wiesbaden und Berlin, 1976.
- : Handbuch der Fertigteile-Bauweise – Band 1 Grundlagen, Dach- und Deckenelemente, Wandtafeln. Wiesbaden. Bauverlag GmbH, 1966.
- : Handbuch der Fertigteile-Bauweise – Band II Hallen- und Flachbauten, Zweckbauten. Wiesbaden. Bauverlag GmbH, 1967.
- : Handbuch der Fertigteile-Bauweise – Band III Mehrgeschoßbauten der Industrie und Verwaltung, Schul- und Universitätsbauten, Wohnbauten. Wiesbaden. Bauverlag GmbH, 1967.
- KÖNIG, H.: Maschinen im Baubetrieb. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2014.
- KOPPELHUBER, J.: Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen. In: Tagungsband 10. Europäischer Kongress EBH 2017 – Forum Holz | Bau | Urban – Köln. Hrsg.: FORUM-HOLZBAU: Biel. 2017.
- KOPPELHUBER DANIELA: Ökologie als Planungsaufgabe im Geschosswohnbau – Aspekte der Nachhaltigkeit im Kostenvergleich der

Baustoffe. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2016.

— : Ökologie als Planungsaufgabe im Geschosswohnbau – Vergleichende Betrachtung ökologischer Baustoffe unter Berücksichtigung von Bauherren- und Planungsaspekten. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

KOPPELHUBER JOSEF: Die Rolle des Tragwerksplaners im Holzbau – eine kritische Betrachtung. In: Tagungsband 1. Forum Holz | Bau | Spezial Wirtschaft (HBW) 2015 – Salzburg. Hrsg.: FORUM HOLZBAU: Biel. 2018.

KOPPELHUBER, J. et al.: Industrialized Timber Building Systems for An Increased Market Share – A Holistic Approach Targeting Construction Management and Building Economics. In: Procedia Engineering, Volume 171. Hrsg.: ELSEVIER, S. D.: proceedings The 3rd International Confernece on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials – SCESCM 2016 – Bali, 2016.

KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. Hrsg.: FORUM-HOLZBAU: Biel. 2015.

KOPPELHUBER, J.; HECK, D.; MEHRL, C.: Leitfaden Ausschreibung Holzbau – neue standardisierte Leistungsbeschreibung Holzbau | Leitfaden zur LG 36 Holzbauarbeiten (Stand Februar 2017). Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, V01 – November 2017.

KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau. In: bauaktuell, Nr. 3/6. Jahrgang/Mai 2015.

KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau. In: Tagungsband 2. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2015 – Bauwirtschaftliche Optimierungsansätze im Holzbau. Hrsg.: HECK, D.; KOPPELHUBER, J.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

KOPPELHUBER, J.; HUTER, P.: Projektbericht Unified Timber Connections (UTC) – Standardisierung von Verbindungssystemen im Holzbau. Forschungsbericht (Langbericht – Teil Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft). Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2016.

KOPPELHUBER, J.; HUTER, P.; HECK, D.: Unified Timber Connections (UTC) – construction management aspects within the standardisation of connection systems in timber construction. In: proceedings WCTE 2018 – World Conference on Timber Engineering, 2018.

— : Ausgewähltes aus dem Forschungsbereich Holzbau und Bauwirtschaft. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft

2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. Hrsg.: HECK, D.; KOPPELHUBER, J.; WALL, J.: TU Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

KOPPELHUBER, J.; LEITENBAUER, A.; HECK, D.: Calculative cost and process analysis of timber-concrete-composite ceilings with focus on effort and performance values for cost calculations of multi-storey timber buildings. In: proceedings WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering, 2016.

KOPPELHUBER, J.; SCHLAGBAUER, D.; HECK, D.: Cost calculation in prefabricated timber construction – process analysis on site and applicability for future projects. In: Implementing Innovative Ideas in Structural Engineering and Project Management. Hrsg.: ISEC PRESS: Fargo, USA. proceedings The Eight International Structural Engineering and Construction Conference – ISEC 8 – Sydney, 2015.

KOPPELHUBER, J. et al.: Ansätze und Bewertungskriterien in der Geschäftsmodellentwicklung im Holzsystembau. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. Hrsg.: HECK, D.; KOPPELHUBER, J.; WALL, J.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

KOPPELHUBER, J.; WALL, J.; HECK, D.: Business Model Development for Modular Timber Building Systems. In: Hrsg.: TECHNOLOGY, E. C.: Greenville, NC. proceedings The Tenth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-10) – Colombo, 2018.

KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: Tagungsband 2. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2015 – Bauwirtschaftliche Optimierungsansätze im Holzbau. Hrsg.: HECK, D.; KOPPELHUBER, J.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

KOPPELHUBER, J.; ZÜGNER, D.; HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschossigen Holzwohnbauten. In: bauaktuell, Nr. 3/5. Jahrgang/Mai 2014.

KOSKELA, L.: Lean production in construction. In: Lean Construction. Hrsg.: Rotterdam. A.A.Balkema, 1997.

KOSKELA, L. et al.: The foundations of lean construction. In: Design and Construction – building in value. Hrsg.: Oxford, Woburn. Elsevier Science Ltd., 2002.

KOTULLA, B.; GROPP, M.: Industrielles Bauen – Bauwerke. Renningen-Malmsheim. expert verlag, 1994.

KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.: Industrielles Bauen – Fertigteile. Ehningen bei Böblingen. expert verlag, 1987.

KOTULLA, B.; URLAU-CLEVER, B.-P.; KOTULLA, P.: Industrielles Bauen – Grundlagen. Ehningen bei Böblingen. expert Verlag, 1992.

KOUYOUMJI, J.-L. et al.: leanWOOD | book 4 – part D process. Forschungsbericht. Bordeaux. FCBA Institut Technologique, 2017.

KOVACIC, I.: Integrale Planung – Leitfaden für Public Policy, Planer und Bauherrn . Wien. TU Wien – Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagemen, Forschungsbereich Interdisziplinäre Bauplanung und Industriebau, 2014.

KRATZENBERG , R.; LEUPERTZ, S.: VOB Teile A und B Kommentar. Köln. Werner Verlag - Wolters Kluwer Deutschland GmbH, 2013.

KRAUSE, T.; ULKE, B.: Zahlentafeln für den Baubetrieb. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2016.

KRAUTGARTNER, M.; RIESER, A.: Arbeitsvorbereitung durch integrale Planung. In: Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. Hrsg.: HECK, D.; LECHNER, H.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Projektentwicklung und Projektmanagement, 2010.

KROPIK, A.: Baukalkulation und Kostenrechnung. Perchtoldsdorf. Andreas Kropik, 2016.

KUMMER, M.: Aggregierte Berücksichtigung von Produktivitätsverlusten bei der Ermittlung von Baukosten und Bauzeiten. Graz. Dissertation. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

LANG, A.: Ein Verfahren zur Bewertung von Bauablaufstörungen und zur Projektsteuerung. Düsseldorf. VDI-Verlag, 1988.

LANG WOLFGANG: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen – Ansätze zur Zusammenstellung des Projektteams in Abhängigkeit relevanter Einflussfaktoren. Graz. Dissertation TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2013.

LANGFORD, G. O.: Engineering Systems Integration – Theory, Metrics and Methods. Boca Raton, FL. Taylor & Francis Group, LLC, 2012.

LANG, C.: Voraussetzungen und Systematik für eine sachgerechte Kalkulation. In: Tagungsband 16. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. Hrsg.: HOFSTADLER, C.; HECK, D.; KUMMER, M.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2018.

— : Elemente einer sachgerechten Kalkulation. In: Tagungsband 13. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Preisermittlung und Vergabe in der Bauwirtschaft | Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und baurechtliche Aspekte. Hrsg.: HECK, D.; MAUERHOFER, G.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

LATTKE, F.; HERNANDEZ-MAETSCHL, S.: leanWOOD – advancing performance of design teams in timber construction. In: proceedings WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering, 2016.

LATTKE, F.; SCHLEHLEIN, M.: leanWOOD | Buch 5 – Teil A Das Prinzip lean in der Ausführungs- und Werkstattplanung. Forschungsbericht. München. TU München – Professur für Entwerfen und Holzbau, 2017.

LECHNER, H.: Erläuterungen zu LM.VM Objektplanung Architekt (OA). TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft. Verlag der Technischen Universität Graz. Graz, 2014.

— : Fachzeitschrift planungswirtschaft pw 4.0 | 02/2017 – Ausschreibung auf Basis Vorentwurf. Graz. TU Graz - Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

— : Planer sollen für Kosten haften, obwohl sie nicht die Preise machen?. Wien. Technischer Bericht , 2013.

— : LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. Graz. Verlag der TU Graz, 2014.

— : Modelle, Strukturen, Phasen (LPH) – Integrierte Planeraussage (IPLA) – Entscheidungen, Änderungen (ÄEV) – Planen und Bauen im Bestand (PBiB). In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. Hrsg.: LECHNER, H.: Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2014.

— : Vorwort zur Gesamtausgabe. In: LM.VM.2014 – ein Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodelle für Planerleistungen. Hrsg.: LECHNER, H.: Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2014.

— : Was ist der erwartbare Inhalt von T(G)A Planungsleistungen und von Koordination?. In: Tagungsband 8.Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar. Hrsg.: HECK, D.; MAUERHOFER, G.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

— : Risiko – Einfluss der Planungs- und Ausführungsqualität auf die Projektrisiken. In: Tagungsband 12. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. Hrsg.: HECK, D.; MAUERHOFER, G.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.

LECHNER, H.; STIFTER, D.: Kommentar zum Leistungsbild Architektur – HOAI 2013 – LM.-VM.2014. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2015.

LECHNER, H.; STIFTER, D.: Kommentar zum Leistungsbild Technische Ausrüstung (HOAI 2009-20xx). Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2012.

LECHNER, H.; STIFTER, D.: Kommentar zum Leistungsbild Tragwerksplanung und Bauphysik (HOAI 2009-20xx). Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2012.

LEIMER, H.-P.; REDEKER, D.; KLUSSMANN, G.: Der Holzrahmenbau – Der Holztafelbau. Hildesheim. Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, HAWK Hildesheim.

LEITENBAUER, A.: Kalkulatorischer Vergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

LEJA, M. A.: Die Holzmischbauweise – Grundsätze und Anforderungen zur Planung und Ausführung für einen baubetrieblich und bauwirtschaftlich optimalen Projektablauf. Augsburg. Masterarbeit Hochschule Augsburg – Institut für Bau und Immobilie, 2016.

LENNARTSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing – A Lean Approach to Develop Building Service Systems. Luleå. Licentiate Thesis – Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Structural Engineering – Timber Structures, Luleå University of Technology, 2009.

LENNARTSON, M.; BJÖRNFOT, A.: Step by Step Modularity – A Roadmap for Building Service Development. In: Development Lean Construction Journal, Hrsg.: 2010.

LENNARTZ, M. W.; JACOB-FREITAG, S.: New Architecture in Wood. Basel. Birkhäuser Verlag GmbH, 2016.

LINDEMANN, U.; REICHWALD, R.; ZÄH, M. F.: Individualisierte Produktion – Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Heidelberg. Springer Verlag, 2006.

LUDEWIG, S.: Montagebau. Berlin. VEN Verlag für Bauwesen, 1974.

MALKWITZ, A.; KARL, C. K.; WEBER, D.: Lean Construction – Hintergrund und Potenziale durch die Anwendung von Lean-Prinzipien. In: bauaktuell, Nr. 1/6. Jahrgang/Jänner 2015.

MANTAU, U.; KAISER, C.: Konjunkturelle Entwicklungen im Bauwesen und künftige Marktchancen im Holzbau. In: Thünen Report 9. Hrsg.: JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT: Braunschweig. 2013.

MANTEGAZZA, G.: Design and construction of tall buildings made of CLT prefabricated components – strategies and solutions for the building process optimization. Milan – Graz. Master Thesis Politecnico di Milano Dpt. ABC – Architecture, Built Environment and Construction Engineering | TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.

MARIUS, R.: Internationalisierung des österreichischen Holzbaus – eine Erhebung des Status-quo. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.

MAUERHOFER, G.: Erfolgsfaktoren für Klein- und Mittelbetriebe im Bauhauptgewerbe. Innsbruck. Dissertation. Universität Innsbruck – Institut für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement, 2005.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION: Smart Market Report – Lean Construction – Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency. Bedford, MA. McGraw Hill Construction Research & Analytics, 2013.

MECKMANN, F.: Nachhaltiges Bauen – Anforderungen und Handlungsempfehlungen für die Anwendung der Leistungsbilder der HOAI. Graz. Dissertation. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.

MEHRL, C.: Die neue standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – begleitender Leitfaden zur LG HB 36 – Holzbauarbeiten). Graz. Masterprojekt Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

MEHRL, C.: KMU-Landkarte Zimmereien – vergleichende Betrachtung der steirischen Bezirke Liezen und Weiz. Graz. Bachelorarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2012.

MEHRL, C.; KOPPELHUBER, J.: Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG HB 36 – Holzbauarbeiten. In: Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft 2017 – Bauwirtschaftliche Ansätze in der Ausschreibung, Kalkulation und Kooperation im Holzbau. Hrsg.: HECK, D.; KOPPELHUBER, J.; WALL, J.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

MERGL, O.: Flexibilisierung von Baustrukturen durch Modularisierung zur Verbesserung des Nutzungspotenziales am Beispiel industrieller Produktionsstätten des Automobilbaus. In: Schrittenreihe Bauwirtschaft I Forschung 9 – Dissertation. Hrsg.: INSTITUT FÜR BAUWIRTSCHAFT UNIVERSITÄT KASSEL: Kassel. university press GmbH, 2007.

MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. In: Holzbau Handbuch – Reihe 4, Teil 6, Folge 1. Hrsg.: STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU: Wuppertal. Informationsdienst Holz, 2016.

MÖNCK, W.: Zimmererarbeiten. Berlin. VEB Verlag für Bauwesen, 1987.

MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik – eine Schlüsseldisziplin im modereren Holzbau. In: Tagungsband 2. Klagenfurter Holzbau Fachtagung – 2.KlaHFT'16. Hrsg.: SCHICKHOFER, G.; RINGHOFER, A.: Klagenfurt. Verlag der Technischen Universität Graz, 2016.

MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlagen. Heidelberg. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 2 Konzeption. Heidelberg. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 3 Umsetzung. Heidelberg. Springer Verlag Heidelberg Berlin, 2009.

MOSCHIG, G. F.: Bausanierung – Grundlagen – Planung – Durchführung. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2014.

MOTZKO, C. et al.: Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten Qualität zuverlässig steuern. Hrsg.: WILHELM ERNST & SOHN: Darmstadt. 2013.

MÜLLER, K.: Sorgfaltspflicht des Kalkulanten bei Vorliegen einer vom Auftraggeber erstellten Leistungsbeschreibung. In: bauaktuell, Nr. 5/1. Jahrgang/September 2010.

MUSSO, F.: Vom Systembau zum Bauen mit System. Lehrstuhl für Baukonstruktion und Baustoffkunde, Technische Universität München. Verlag Ludwig, Kiel, 2016.

NERDINGER, W. et al.: Von der seriellen zur digitalen Architektur. München. Edition DETAIL, 2010.

NEUFERT, E.; KISTER, J.: Neufert – Bauentwurfslehre. Wiesbaden. Vieweg+Teubner GWV Fachverlage GmbH, 2009.

OBERMEIER, S. et al.: Geschäftsprozesse realisieren – Ein praxisorientierter Leitfaden von der Strategie bis zur Implementierung. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2014.

OBERNDORFER, W.: Ein Beitrag zu den Grundlagen der Baupreisbildung. In: bauaktuell, Nr. 5/1. Jahrgang/September 2010.

OBERNDORFER, W. J.; JODL, H.-G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. Wien. ON Österreichisches Normungsinstitut, 2001.

ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB – Checkliste Vorgefertigte Wand- und Deckenbauteile mit hölzerner Tragkonstruktion. Wien. Österreichisches Institut für Bautechnik, 2008.

— : OIB-467-023/13 Ausgabe 2004 Leitlinie für die europäische technische Zulassung (ETAG) – ETAG 019 Vorgefertigte tragende Tafeln aus Holz und Holzwerkstoffen. Wien. Österreichisches Institut für Bautechnik, 2013.

— : OIB-467-023/13 Ausgabe 2012 Leitlinie für die europäische technische Zulassung (ETAG) – ETAG 007 Bausätze für den Holzbau. Wien. Österreichisches Institut für Bautechnik, 2013.

OSTERWALDER, A.: The Business Model Ontology – A proposition in a design science approach. Lausanne. Dissertation (These) – Universite de Lausanne – Ecole des Hautes Etudes Commerciales, 2004.

PAAR, L.; HECK, D.: Alternativangebote – Innovative Ideen in der Bauleistungsvergabe. In: bauaktuell, Nr. 6/4. Jahrgang/November 2013.

PALLITSCH, P.: BVerG 2006 – Textausgabe mit Materialien und Anmerkungen zu den Novellen. Wien. Linde Verlag Wien Ges.m.b.H., 2014.

PALOTZ, T. R.: Eine neue Ökonomie für den Wohnungsbau – Konzepte des Kosten- und Flächensparenden Bauens. Dissertation. Universität Duisburg-Essen. Duisburg. Fachbereich Bauwesen, 2004.

PATZAK, G.: Systemtheorie und Systemtechnik im Projektmanagement. In: Handbuch Projektmanagement – Band 1. Hrsg.: RESCHKE, H.; SCHELLE, H.; SCHNOPP, R.: Köln. Verlag TÜV rheinland GmbH, 1989.

PETER, T.: Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche. Wiesbaden. Gabler | GBV Fachverlage GmbH, 2008.

— : Lexikon der Bautechnik. Heidelberg. C.F.Müller Verlag, 2001.

PFATTNER, M.: Holz-Beton-Verbundsysteme im Ingenieurholzbau – Gegenüberstellung der Verbundlösungen und Einsatz als Verstärkungsmaßnahme für Holzdecken im Bestand. Graz. Diplomarbeit TU Graz – Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2007.

PFEIFER, G. et al.: Mauerwerk Atlas. München. edition detail – Institut für internationale Architektur Dokumentation GmbH, 2001.

PILLER, F. T.: Mass Customization – ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. Wiesbaden. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH und Deutscher Universitäts-Verlag GmbH, 2000.

PISCHL, R.: Moderner Holzbau – Vier Solisten im Einklang. In: Vortrag Fa. Buchacher. Hrsg.: PISCHL, R.: Graz – Hermagor. TU Graz.

PLASOUNIG, K.: Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – baubetriebliche Grundlagen und künftige Entwicklungen. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

— : Bauverfahrenstechnik und Gerätetechnik im Holzbau – eine Darstellung des Status-quo. Graz. Bachelorarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

PLOCIENNIK, D.: Analyse der Arbeitsprozesse im Holzbau mit speziellem Fokus auf die Aufwands- und Leistungswertermittlung. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, in Bearbeitung.

PLÜMECKE: Preisermittlung im Holzbau. Köln. Bruderverlag Albert Bruder GmbH, 2014.

POPOVIC, D.; SCHAUERTE, T.; JOHANSSON, J.: Prefabrication of single-family timber houses – problem areas and wastes. In: 2017 – Lean and Computing in Construction Congress (LC³). Hrsg.: Crete. proceedings 25th annual conference of the international group for lean construction (IGLC), 2017.

PORTER, M. E.: Wettbewerbsvorteile (competitive Advantage) – Spitzenleistungen erreichen und behaupten. Frankfurt. Campus Verlag, 2014.

KOPPELHUBER, J.; HINTERSTEININGER, K.; HECK, D.: Industrialized timber construction – construction management aspects and influences in modular timber building systems. In: Interaction between Theory and Practice in Civil Engineering and Construction. Hrsg.: PRESS, I.: Fargo, USA. proceedings The First European and Mediterranean Structural Engineering and Construction Conference – EURO-MED-SEC-1 – Istanbul, 2016.

PROCHINER, F.: Zukunftsorientierte Fertigungs- und Montagekonzepte im industriellen Wohnungsbau. München. Dissertation. TU München, Fakultät für Architektur, 2006.

RACKY, P.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform. Darmstadt. Dissertation TU Darmstadt – VDI Verlag GmbH, 1997.

RATTAY, G.: Führung von Projektorganisationen – Ein Leitfaden für Projektleiter, Projektportfolio-Manager und Führungskräfte projektorientierter Unternehmen. Wien. Linde Verlag Ges.m.b.H, 2007.

REBOSIO, L.; REBUCCI, M.: Investigation on construction management aspects and processes for industrial timber buildings – considerations and comparison with concrete through a case study. Milan – Graz. Master Thesis Politecnico di Milano Dpt. ABC – Architecture, Built Environment and Construction Engineering | TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

REFA – VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, B. u.: REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung. München. Carl Hanser Verlag, 1997.

REFA – VERBAND FÜR ARBEITSSUDIEN, u.: REFA in der Baupraxis – Teil 1 Grundlagen. Frankfurt/Main. ztv-Verlag, 1984.

— : REFA in der Baupraxis – Teil 2 Datenermittlung. Frankfurt/Main. ztv-Verlag, 1984.

RHOMBERG, H.: Bauen 4.0 – Vom Ego- zum Lego-Prinzip. Hohenems. Bucher GmbH & Co. Druck Verlag, 2015.

- RHOMBERG BAU GMBH et al.: LifeCycle Tower. Forschungsbericht. 2010.
- RIEDIGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis – Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, Jahrgang 45, Ausgabe 1/2000.
- RINAS, T.; GIRMSCHIED, G.: Industrielles Bauen = Vorfertigung plus?. <http://www.bauinnovationen.ch/industrielles-bauen-vorfertigung-plus/>. Datum des Zugriffs: 31.August.2017.
- RINAS, T.; GIRMSCHIED, G.: Kooperationen und innovative Vertriebskonzepte – Geschäftsmodell für den individuellen Fertigteilbau. Forschungsbericht ETH Zürich. IBI – Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement, 2010.
- RINGHOFER, A.: Axially Loaded Self-Tapping Screws in Solid Timber and Laminated Timber Products. Graz. Dissertation. TU Graz – Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2017.
- RÍOS-MERCADO, R. Z.; RÍOS-SOLÍS, Y.: Just-in-Time Systems. Berlin Heidelberg. Springer Science+Business Media, 2012.
- RÖSEL, W.; BUSCH, A.: AVA-Handbuch Ausschreibung – Vergabe – Abrechnung. Wiesbaden. Vieweg+Teubner Verlag, 2011.
- ROSE, V.; MÜLLER-STÜBING, H.: Vitruvii – De architectura libri decem. Lipsiae – Leipzig. Bibliotheca Teubneriana - Bibliotheca scriptorum Graecorum et Romanorum Teubneriana, 1867.
- ROTH, K.: Handwerk in Mittel- und Südosteuropa. München. Südosteuropa Gesellschaft, 1987.
- ROTH, C.; AL., e.: fertighauscity5+ – Typologische und technische Untersuchung zu mehrgeschossigen Holzbauweisen. Forschungsbericht – Forschungsinitiative Zukunft Bau. Stuttgart. Fraunhofer IRB, 2008.
- ROZYNSKI, D.; ROTH, C.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. Stuttgart. Fraunhofer IRB Verlag, 2008.
- RUG, W.: 100 Jahre Holzbauentwicklung. In: 100 Jahre Holzbau in Vergangenheit und Gegenwart. Hrsg.: GMBH, F. H.: Hannover. Bund Deutscher Zimmermeister , 2003.
- SATTELEGER, E.: Standardisierte Leistungsbeschreibungen im Holzbau – Abbildung des Status-quo und vergleichende Betrachtung zu anderen Ländern. Graz. Bachelorarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.
- SATTLER, K.: Theorie der Verbundkonstruktionen – 1.Theorie. Berlin. Ernst und Sohn, 1959.

SCHALLMO, D.: Kompendium Geschäftsmodell-Innovation – Grundlagen, aktuelle Ansätze und Fallbeispiele zur erfolgreichen Geschäftsmodell-Innovation. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2014.

SCHAUER, P.; TUPI, A.: Standardkalkulation im Holzbau – Leitfaden für die Kalkulation nach der neuen LG HB 36 Holzbauarbeiten. Graz. Masterprojekt Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2018.

SCHEFOLD, B.; PEUKERT, H.: Norbert Wiener (1894-1964). In: Präsentation im Rahmen des Seminars Theorien von Wirtschaft und Gesellschaft im 20. Jahrhundert, 2001.

SCHICKHOFER, G.: Holzbau – der Roh- und Werkstoff Holz. Graz. TU Graz – Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2006.

— : Holzbau – Konstruktionen aus Holz. Graz. TU Graz – Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2006.

— : Holzbau – Nachweisführungen für Konstruktionen aus Holz. Graz. TU Graz – Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2009.

SCHICKHOFER, G.; BOGENSBERGER, T.; MOOSBRUGGER, T.: BSPHandbuch Holz-Massivbauweise in Brettsper Holz. TU Graz – Institut für Holzbau und Holztechnologie. Verlag der Technischen Universität Graz, 2009.

SCHIERMEYER, V.: Bemessung von Brettsper Holz – Bemessungs- und Konstruktionshilfen für Verbindungen in der Brettsper Holzbauweise nach EN 1955-1-1:2010-12. Forschungsbericht. Bad Oeynhausen | Minden. HSW-Ingenieure | FH Bielefeld, 2015.

SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung – Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. Graz. Dissertation TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2011.

SCHLICKENRIEDER, M.: Modell für die Rahmenbedingungen eines differenzierten Risikomanagementansatzes für Eisenbahninfrastrukturprojekte mit Fokus auf die Planungsphasen bis zur Vergabe. Graz. Dissertation. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2016.

SCHLICKENRIEDER, M.; KOFLER, B.; HECK, D.: Entscheidungshilfe für Generalunternehmer- und Einzelvergaben von Bauleistungen bei Infrastrukturprojekten. In: bauaktuell, Nr. 6/4. Jahrgang/November 2013.

SCHLÖGELMANN, K.: Konstruktiver Mauerwerksbau. Graz. TU Graz – Institut für Betonbau, 2005.

SCHMELZER, H. J.; SESSELMANN, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufrieden stellen – Produktivität steigern – Wert erhöhen. München. Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG, 2008.

- SCHMIDIGER, M.; KOVACIC, I.; PETZOLD, F.: Digitalisierungsbarometer 2017 – Die Immobilienbranche im digitalen Wandel. Luzern. Verlag IFZ – Hochschule Luzern, 2017.
- SCHMIDT, G.: Prozessmanagement – Modelle und Methoden. Heidelberg. Springer-Verlag, 2012.
- : Der "Stand der Technik" im Zivilprozess. In: Tagungsband SV-Verband trifft TU-Graz – Ausgewähltes aus Recht und Praxis in der Bauwirtschaft. Hrsg.: Graz. Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs, Landesverband Steiermark und Kärnten | TU Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.
- SCHMOLKE, D.: Innovation durch Partnering im deutschen Schlüsselfertigbau. Wuppertal. Dissertation. Bergische Universität Wuppertal – Fachbereich Architektur, Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Sicherheitstechnik, 2008.
- SCHNITTICH, C.: Editorial. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Vorfertigung, 6/2012.
- : Vorfertigung – Hightech und Handarbeit. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Vorfertigung, 6/2012.
- SCHOBBER, K. P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Holzskelett- und Holzmassivbauweise. Wien. proHolz Austria, 2002.
- SCHOBBER, P.; ISOPP, A.: Die Logik der Vorfertigung – Eine Systemübersicht. In: zuschnitt – Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz, Nr. 50/13. Jahrgang/Juni 2013.
- SCHOPBACH, H. et al.: Grundwissen moderner Holzbau – Praxishandbuch für den Zimmerer. Köln. Bruderverlag Albert Bruder GmbH & Co. KG, 2015.
- SCHREIBMAYER, P.: Architektur aus der Fabrik. Springer, 2002.
- SCHRÖTELER-VON BRANDT, H.: Stadtbau- und Stadtplanungsgeschichte. Wiesbaden. Springer Vieweg Fachmedien, 2014.
- SCHUH, G.: Lean Innovation. Heidelberg. Springer-Verlag, 2013.
- SCHUH, G.; KAMPKER, A.: Strategie und Management produzierender Unternehmen – Handbuch Produktion und Management 1. Heidelberg. Springer-Verlag, 2011.
- SCHUH, G. et al.: Prozessmanagement. In: Strategie und Management produzierender Unternehmen – Handbuch Produktion und Management 1. Hrsg.: SCHUH, G.; KAMPKER, A.: Heidelberg. Springer-Verlag, 2011.

SCHUH, G.; LENDERS, M.; SCHÖNING, S.: Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg – Ergebnisse der Erhebung. Aachen. Werkzeugmaschinenlabor WZL RWTH Aachen, 2007.

SEIBERT, S.: Strategische Erfolgsfaktoren in mittleren Unternehmen. Frankfurt. Peter Lang Verlag, 1987.

SELLIEN, R.; SELLIEN, H.: Dr. Gablers Wirtschafts-Lexikon. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 1977.

SIRADOS: Kalkulationshandbuch Zimmerer, Dachdecker und Klempner. Augsburg. WEKA MEDIA GmbH & Co KG, 2017.

— : Kalkulationspreise 2016 Zimmerer, Dachdecker, Klempner. Augsburg. WEKA MEDIA GmbH & Co KG, 2016 .

SMITH, R.: Prefab Architecture – a guide to modular design and construction. Hoboken. New Jersey. John Wiley & Sons Inc., 2010.

SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau – mit BIM und Lean Management. Heidelberg. Springer-Verlag, 2016.

STADLER, G.: zur Bedeutung des Passus ON B 2061, 5.1 für Kalkulation und Preisprüfung. Graz.

STAIB, G.; DÖRRHÖFER, A.; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme – modulares Bauen. Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. München. Edition DETAIL – Institut für internationale Architektur-Dokumentation. Birkhäuser, 2008.

STANDOP, E.; MEYER, M. L.: Die Form der wissenschaftlichen Arbeit : ein unverzichtbarer Leitfaden für Studium und Beruf. Wiebelsheim. Quelle und Meyer, 2004.

STAUBMANN, J.: Die Holzmassivbauweise im Einfamilienhausbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Bauweise. Graz. Bachelorarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, in Bearbeitung.

STEINMAURER, R.; KOPPELHUBER, J.: Die neue Werkvertragsnorm im Holzbau . In: Holzbau Austria Fachmagazin für Holzbau und nachhaltige Architektur, Nr.8/2017.

STINGL, H.: Nachlese Siebzehnter Holzbau Statikstammtisch – Rationelle Erdbebenbemessung im Holzbau ?. In: Vortrag im Rahmen des 18. Holzbau Statikstammtisches. Hrsg.: STINGL, H.; KOPPELHUBER, J.: Zeltweg. 2016.

STINGL, R.; PRAXMARER, G. O.; TEISCHINGER, A.: Der Holzbauanteil in Niederösterreich. Tulln. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung Abteilung F2 Wohnungsförderung/Wohnbauforschung, 2017.

- TAUTSCHNIG, A.; HULKA, G.: Die besondere Eignung des GMP-Modells für "Fast Track"-Projekte im Hochbau. In: Der Bauingenieur, Band 77/2002.
- TAUTSCHNIG, A.; OSEBOLD, R.; BARGSTÄDT, H.-J.: BBB-Memorandum 2015: Aufgaben und Ziele für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement. In: Der Bauingenieur, Band 90/September 2015.
- TEIBINGER, M.; DOLEZAL, F.; MATZINGER, I.: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau. Wien. Holzforschung Austria – HFA Schriftenreihe Band 20, 2014.
- TEIBINGER, M.; EDL, T.: Holz-Mischbau. Wien. Holzforschung Austria, 2005.
- TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.; DOLEZAL, F.: Bauen mit Brettsper Holz im Geschoßbau – Fokus Bauphysik. Wien. Holzforschung Austria – HFA Schriftenreihe Band 40, 2014.
- TEISCHINGER, A. et al.: Erhebung des Holzbauanteils aller österreichischen Bundesländer. Präsentation 24.09.2015. Wien. proHolz Austria, 2015.
- TEISCHINGER, A.; STINGL, R.; BERGER, V.: 37 + 5 = 42 % – Holzbauanteil Oberösterreich. Linz. proHolz Oberösterreich, 2014.
- TEISCHINGER, A.; STINGL, R.; ZUKAL, M. L.: Holzbauanteil in Österreich – statistische Erhebung von Hochbauvorhaben. In: attachment Zuschnitt September 2011. Hrsg.: AUSTRIA, p.: Wien. 2011.
- TEMPELMEIER, H.; GÜNTHER, H.-O.: Produktion und Logistik. Heidelberg. Springer Verlag, 2012.
- TESTA, C.: Die Industrialisierung des Bauens. Zürich. Verlag für Architektur , 1972.
- ULRICH, P.; HILL, W.: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil I). In: WiSt – Zeitschrift für Studium und Forschung, Heft 7/1976.
- VAN DER ROHE, L. M.: Industrielles Bauen. In: G. Zeitschrift für elementare Gestaltung, no 3, June/1924.
- VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P.: Modelling multiple views on buildings. In: Automation in Construction. Hrsg.: 1/1992:.
- VIDOVIC, I.: Elementbauweise vs. Modulbauweise – eine baubetriebliche Betrachtung. Graz. Bachelorarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2014.
- VORBACH, S.: Prozessmanagement. Graz. TU Graz – Institut für Unternehmensführung und Organisation, 2013.
- WABL, A.: Brandschutz im mehrgeschossigen Holz-Massivbau. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2012.

WACHSMANN, K.: Wendepunkte im Bauen ?. In: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home :, 14/1960.

WAGNER, C.: Betrachtung von Planungsaspekten anhand von Bildungsbauten aus Holz in den österreichischen Regionen. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, in Bearbeitung.

WALL, J.: Lebenszyklusorientierte Modellierung von Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen. Graz. Dissertation. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2017.

WALLNER-NOVAK, M.; KOPPELHUBER, J.; POCK, K.: Brettsperrholz Bemessung – Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Wien. proHolz Austria, 2013.

WANNENWETSCH, H.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik. Heidelberg. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.

WANNINGER, R.: Preisermittlung für Mehrkostenforderungen - neue Tendenzen aus deutscher Sicht. In: Tagungsband 13. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Preisermittlung und Vergabe in der Bauwirtschaft | Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und baurechtliche Aspekte. Hrsg.: HECK, D.; MAUERHOFER, G.; HOFSTADLER, C.: Graz. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.

WEHRLE, T.: Roboterfertigung: Industrie 4.0 im Holzsystembau. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen. Hrsg.: FORUM-HOLZBAU: Biel. 2015.

WELLER, K.: Industrielles Bauen 1 – Grundlagen und Entwicklung des industriellen, energie- und rohstoffsparenden Bauens. Stuttgart. Verlag W. Kohlhammer GmbH, 1985.

WERKL, M.: Risiko- und Nutzenverhalten in der Bauwirtschaft – eine entscheidungstheoretische Betrachtung im institutionenökonomischen Kontext. Graz. Dissertation. TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2013.

WERNER, G.; ZIMMER, K.: Holzbau 1 – Grundlagen. Heidelber. Springer-Verlag, 1999.

WESELIK, N.: Zu den Auswirkungen der Insolvenz eines ARGE-Gesellschafters auf nicht vollendete Bauvorhaben. In: bauaktuell, Nr. 5/7. Jahrgang/September 2016.

WESTKÄMPER, E. et al.: Digitale Produktion. Wiesbaden. Springer Verlag, 2013.

WIENDAHL, H.-P.; REICHARDT, J.; NYHUIS, P.: Handbuch Fabrikplanung – Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. München Wien. Carl Hanser Verlag, 2014.

- WILDEMANN, H.: Modularisierung in Organisation, Produkten, Produktion und Service. München. TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, 2014.
- : Die modulare Fabrik – Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung. München. TCW-Transfer-Centrum GmbH, 1998.
- WINTER, W.; DREYER, J.; SCHÖBERL, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Grundlagenstudie Forschungsbendbericht Programmlinie Haus der Zukunft. Wien. 2001.
- WINTER, S.; KREUZINGER, H.; MESTEK, P.: Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 15: Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen. Rosenheim, München. Fachhochschule Rosenheim, TU München – Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, 2008.
- WINTER, S.; LECHNER, M.; KÖHLER, C.: Bauen mit WEITBLICK – Systembaukasten für den industrialisierten sozialen Wohnungsbau. Forschungsbericht. München. TU München, 2018.
- WIRTH, S.: Studie Zukunft Bauen 2017 zu den Schwerpunktthemen Bauforschung und Mehrgeschossiger Holzbau. Wien. Unternehmensberatung Mag. Siegfried Wirth, 2017.
- WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH: WKO Statistik Österreich – Holzindustrie: Branchendaten. Stabsabteilung Statistik. Wien. Wirtschaftskammer Österreich, 2017.
- WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH : WKO Statistik Österreich – Holzbau: Branchendaten. Stabsabteilung Statistik. Wien. Wirtschaftskammer Österreich, 2017.
- WOLFTHALER, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau. Graz. Masterprojekt TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2015.
- WOLKERSTOFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. Wien. Linde Verlag Ges.m.b.H., 2014.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.: Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation. New York. Free Press, 2003.
- WUTSCHER, E.: Demontage und Recycling im Gebäudesektor – eine Bewertung am Beispiel des Brettsperrholz-Bausystems. Graz. Dissertation. TU Graz – Institut für Architekturtechnologie, 2017.
- ZERRES, C. et al.: Erfolgsfaktorenforschung. bookboon open library, 2013.
- ZILCH, K.; DIEDERICHS, C. J.; KATZENBACH, R.: Handbuch für Bauingenieure. Heidelberg. Springer Verlag, 2002.

ZILCH, K. et al.: Bauwirtschaft und Baubetrieb. Heidelberg. Springer-Verlag, 2013.

ZIMMERMANN, J.: Geschäftsprozessmanagement im Bauunternehmen als strategischer Ansatz zur Positionierung am Markt. In: WINGbusiness, Nr.4/50. Jahrgang/Dezember 2017.

ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau – ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. Graz. Masterarbeit TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2013.

Linkverzeichnis

<https://www.detail.de/artikel/kristallpalast-revived-architektenwettbewerb-in-london-11782/>. Datum des Zugriffs: 25.August.2017.

<http://jeanneret.blogspot.co.at/2013/09/open-floor-plan-system-domino-frame.html>. Datum des Zugriffs: 25.August.2017.

<https://niepokoje.wordpress.com/2014/09/23/maszyna-do-budowania/>. Datum des Zugriffs: 25.August.2017.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/standardisierung.html>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/standardisierung/standardisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

<http://www.daswirtschaftslexikon.com/d/standardisierung/standardisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

<http://wirtschaftspedia.wikia.com/wiki/Flexibilisierung>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/mechanisierung.html>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/mechanisierung/mechanisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon.co/d/prozessorientierung/prozessorientierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

https://www.cloudt.de/pdf_archiv/1prozess.pdf. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/rationalisierung/rationalisierung.htm>. Datum des Zugriffs: 26.August.2017.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/57547/mass-customization-v8.html>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/13462/produktion-v9.html>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/industrielle-produktion/industrielle-produktion.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/produktion/produktion.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/fertigung/fertigung.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/just-in-time-konzept-jit/just-in-time-konzept-jit.htm>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/76977/andler-formel-v8.html>.

Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/losgroesse/losgroesse.htm>.

Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://www.prolisa.de/prozessfitness/tde102.html>. Datum des Zugriffs: 28.August.2017.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/135535/magisches-vieleck-v4.html>. Datum des Zugriffs: 31.August.2017.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/72556/baukastensystem-v7.html>. Datum des Zugriffs: 4.September.2017.

<https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten>. Datum des Zugriffs: 4.September.2017.

<https://www.austrian-standards.at/produkte-leistungen/zertifizierung/ce-kennzeichnung/>. Datum des Zugriffs: 4.September .2017.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/3210/system-v13.html>. Datum des Zugriffs: 07.September.2017.

https://shops.audi.com/de_DE/web/collection/p/audi-r8-v10-bausatz-1-24-vegasgelb-3201600300-10. Datum des Zugriffs: 07.September.2017.

<http://www.pearl.de/a-NC1669-4460.shtml;jsessionid=j55E7EC340ADFDB183A2C2A5186F288BA>. Datum des Zugriffs: 7.September.2017.

<http://glossar.item24.com/de/start/view/glossary/ll/de%7Cen/item/passung/>. Datum des Zugriffs: 20.September.2017.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/halbfabrikate/halbfabrikate.htm>. Datum des Zugriffs: 20.September.2017.

<https://www.leanconstruction.org/learning/>. Datum des Zugriffs: 04.Oktober.2017.

<https://www.construction.com/>. Datum des Zugriffs: 04.Oktober.2017.

<https://logistikknowhow.com/7634-2/>. Datum des Zugriffs: 09.Oktober.2017.

<http://www.lean-innovation.de/de/default.html>. Datum des Zugriffs: 09.Oktober.2017.

<http://www.enzyklo.de/Begriff/Holzbau>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.

<https://www.holzbau-schweiz.ch/de/bauen-mit-holz/handwerk-berufsbild/geschichte/>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.

http://www.beispielhaus.de/lexikon_geschichte-des-fertighausbaus.html. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.

- <http://www.fachwerk.de/fachwerkhaus/entstehung.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.
- <http://www.wohnet.at/bauen/bauvorbereitung/fertigteilhaus-geschichte-18626>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.
- <http://www.fertigbau.de/bauweise/geschichte-des-fertigbaus/>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.
- <http://www.villa-blumenthal.at/>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.
- <https://www.denkmalschutz.de/denkmal/Norwegisches-Holzhaus.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.
- <http://www.wachsmannhaus.niesky.de/konrad%20wachsmann.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.
- <http://www.bauhaus-movement.com/designer/walter-gropius.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober .2017.
- <https://www.hartlhaus.at/unternehmen/ueber-uns/firmengeschichte/>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.
- <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/10271/fertighaus-v6.html>. Datum des Zugriffs: 23.Oktober.2017.
- <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/maschinisierung.html>. Datum des Zugriffs: 25.Oktober.2017.
- <http://www.holz.ar.tum.de/leanwood/home/>. Datum des Zugriffs: 11.November.2017.
- <http://www.holzbauforschung.at/>. Datum des Zugriffs: 11.November.2017.
- <http://www.hermann-kaufmann.at/v5/projekt/lct-one/>. Datum des Zugriffs: 11.November.2017.
- <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/taylorismus/taylorismus.htm>. Datum des Zugriffs: 12.November.2017.
- <http://www.bauhaus-movement.com/designer/le-corbusier.html>. Datum des Zugriffs: 12.November.2017.
- <http://www.bauhaus-movement.com/designer/walter-gropius.html>. Datum des Zugriffs: 12.November.2017.
- <http://www.bauhaus-movement.com/designer/mies-van-der-rohe.html>. Datum des Zugriffs: 12.November.2017.
- <http://www.henry-ford.net/deutsch/biografie.html>. Datum des Zugriffs: 14.November.2017.
- https://www.architektur.tu-darmstadt.de/forschen/promotionen/habilitationen_laufend/habilitationen_laufend_details_5696.de.jsp. Datum des Zugriffs: 14.November.2017.

- <https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/zulassungen>. Datum des Zugriffs: 14.November.2017.
- <http://www.bmub.bund.de/themen/bauen/bauwesen/gesetzgebung-und-leitfaeden/bauproduktenrecht/eu-bauproduktenverordnung/>. Datum des Zugriffs: 14.November .2017.
- <https://www.iso.org/home.html>. Datum des Zugriffs: 21.November.2017.
- <http://biography.yourdictionary.com/alfred-du-pont-chandler-jr>. Datum des Zugriffs: 21.November.2017.
- <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/kybernetik/kybernetik.htm>. Datum des Zugriffs: 25.November.2017.
- <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/54898/wertschoepfung-v10.html>. Datum des Zugriffs: 26.November.2017.
- <https://www.sgmm.ch/>. Datum des Zugriffs: 26.November.2017.
- <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/10338/kritische-erfolgskriterien-v9.html>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018.
- <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/erfolgspotenzial/erfolgspotenzial.htm>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018.
- <https://www.duden.de/rechtschreibung/Erfolgskriterium>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018.
- <http://www.enzyklo.de/Begriff/Erfolgskriterium>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018.
- <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/akquisition/akquisition.htm>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018.
- <http://www.uni-kl.de/universitaet/verwaltung/zentrale-dienste/qualitaetsmanagement-und-personalentwicklung/prozessmanagement/nutzen-des-prozessmanagements/>. Datum des Zugriffs: 02.Jänner.2018.
- <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/geschaeftsmodell.html>. Datum des Zugriffs: 06.Jänner.2018.
- http://www.holzbau-deutschland.de/holzbau_deutschland/ziele_und_aufgaben/. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2018.
- <https://www.forstholzpapier.at/index.php/wertschoepfungsketteholz/mitglieder-fhp>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2018.
- <https://www.cei-bois.org/>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2018.
- <https://www.timber-construction.eu/>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2018.
- <http://www.kmuforschung.ac.at/index.php/de/kmu-definition>. Datum des Zugriffs: 27.Jänner .2018.

<https://www.forstholzpapier.at/index.php/halbjahresberichte/daten-fakten>.
Datum des Zugriffs: 27.Jänner.2018.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/4503/generalunternehmer-v14.html>. Datum des Zugriffs: 19.Februar.2018.

<https://www.branchenradar.com/Artikel.aspx?id=101>. Datum des Zugriffs: 19.Februar .2018.

<http://www.bausoftware.com/>. Datum des Zugriffs: 22.Februar.2018.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/55881/arbeitsvorbereitung-v7.html>. Datum des Zugriffs: 22.Februar.2018.

<http://www.refa.de/home>. Datum des Zugriffs: 26.Februar.2018.

<https://www.duden.de/rechtschreibung/Daten>. Datum des Zugriffs: 26.Februar .2018.

<https://www.ibm.com/analytics/data-science/predictive-analytics/spss-statistical-software>. Datum des Zugriffs: 06.März.2018.

<https://www.oib.or.at/>. Datum des Zugriffs: 09.März.2018.

<https://www.kbmanage.com/concept/business-modelling>. Datum des Zugriffs: 15.März.2018.

<http://www.verkehrplus.eu/projekte/>. Datum des Zugriffs: 15.März.2018.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/830359590/generaluebernehmer-v6.html>. Datum des Zugriffs: 16.März.2018.

<https://www.bmp-baumanagement.de/site/deutsch/unternehmen/veroeffentlichungen/glossar/t/item-259-func-detail.htm>. Datum des Zugriffs: 16.März.2018.

<https://www.limesurvey.org/de/>. Datum des Zugriffs: 26.März.2018.

<http://www.statistik-und-beratung.de/2015/01/welcher-post-hoc-test-ist-der-richtige/>. Datum des Zugriffs: 13.April.2018.

<http://www.fertighaus.org/>. Datum des Zugriffs: 14.April.2018.

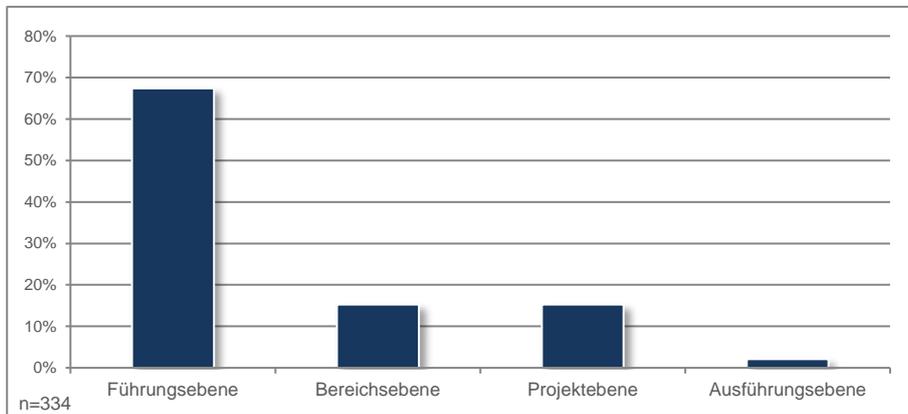
<http://www.wirtschaftslexikon24.com /d/regelkreis/regelkreis.htm>. Datum des Zugriffs: 21.November.2017.

<https://www.bmdw.gv.at/HistorischeBauten/HistorischeBautenBauservice/Seiten/StandardisierteLeistungs-beschreibungen.aspx>. Datum des Zugriffs: 27.April.2018.

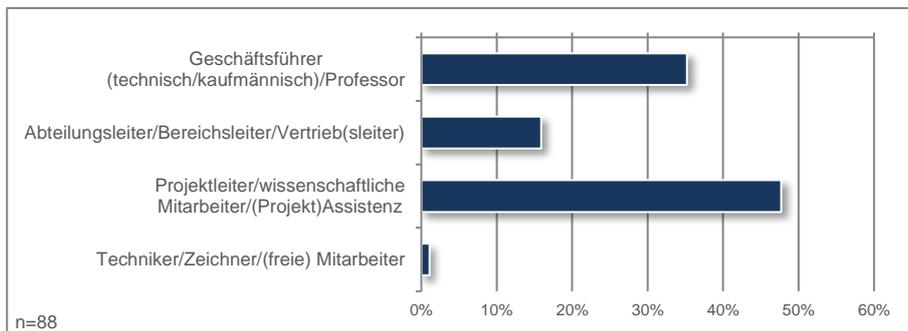
<https://www.bauen-mit-weitblick.tum.de/index.php?id=5&L=0>. Datum des Zugriffs: 30.April.2018.

Anhang – Umfrage ergänzende Auswertung

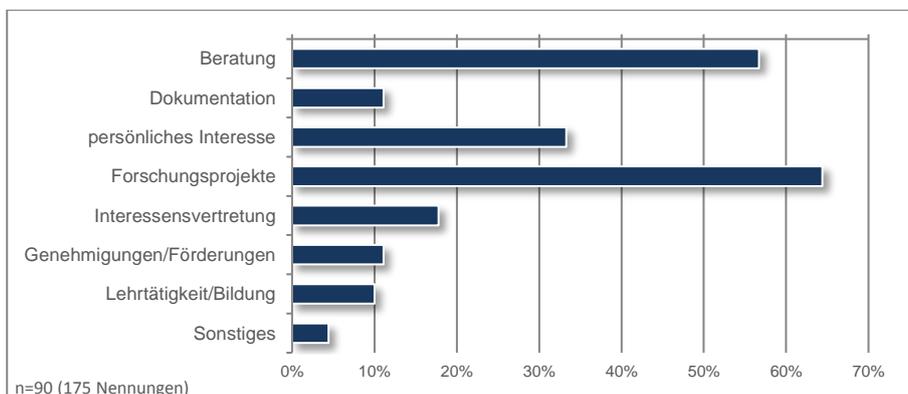
1.1.2 Welche Position haben Sie derzeit in Ihrem Unternehmen?



1.1.3 Welche Position haben Sie derzeit in Ihrem Unternehmen?



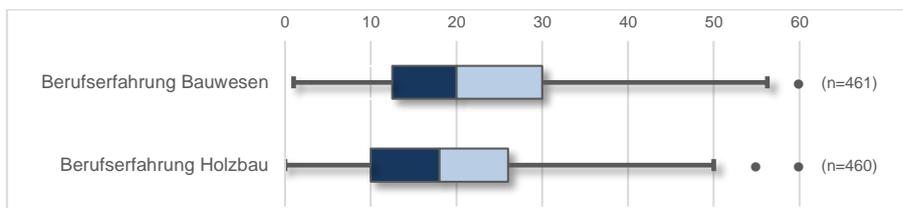
1.1.5 In welchem Bereich haben Sie im Rahmen Ihrer derzeitigen Tätigkeit Berührungspunkte mit dem Holzbau?



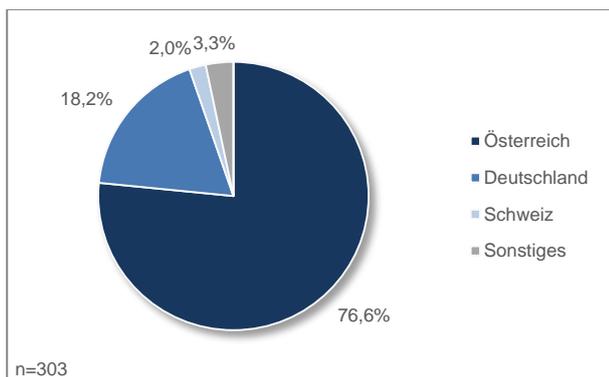
1.2.1 Wie lange arbeiten Sie bereits im Bauwesen?

und

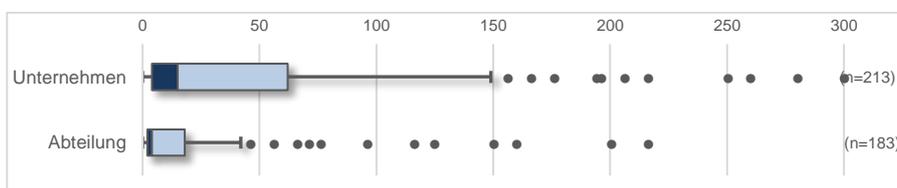
1.2.2 Wie viele Jahre haben Sie sich bereits mit dem Holzbau beschäftigt?



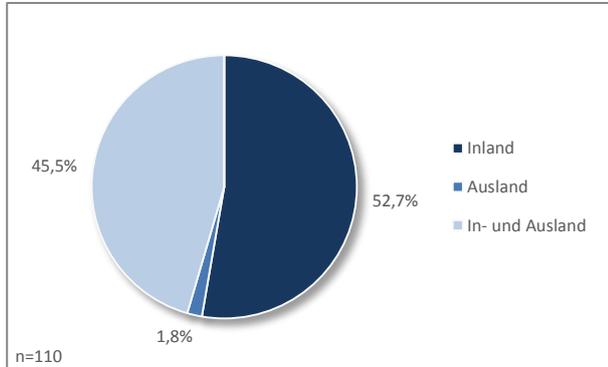
1.3.1 In welchem Staat hat Ihr Unternehmen seinen Hauptsitz?



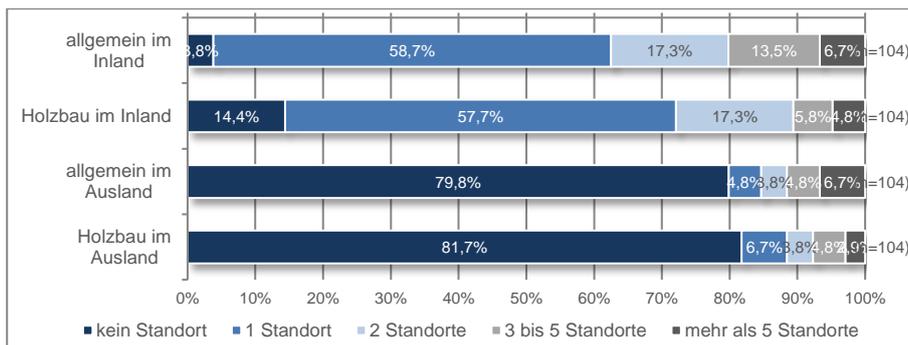
1.3.2 Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen / Ihre Abteilung derzeit?



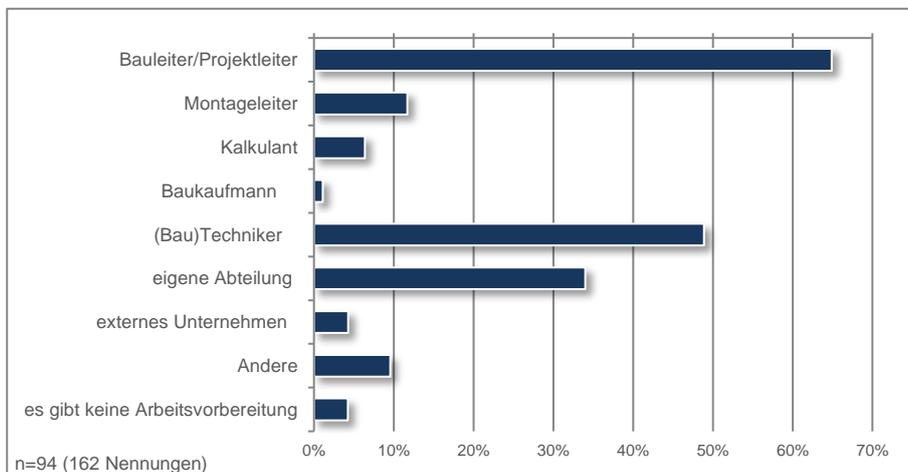
1.3.4 Wo ist Ihr Unternehmen tätig?



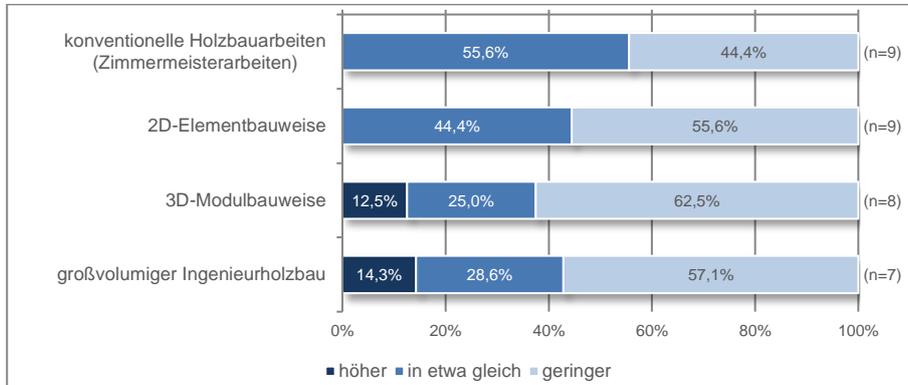
1.3.5 Wie viele Standorte hat Ihr Unternehmen allgemein und speziell im Bereich Holzbau im In- und Ausland?



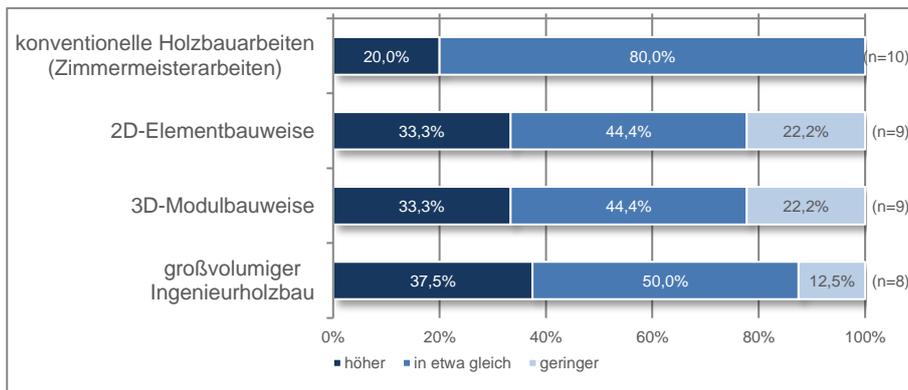
4.2.1 Wer führt in Ihrem Unternehmen die Arbeitsvorbereitung hauptsächlich durch?



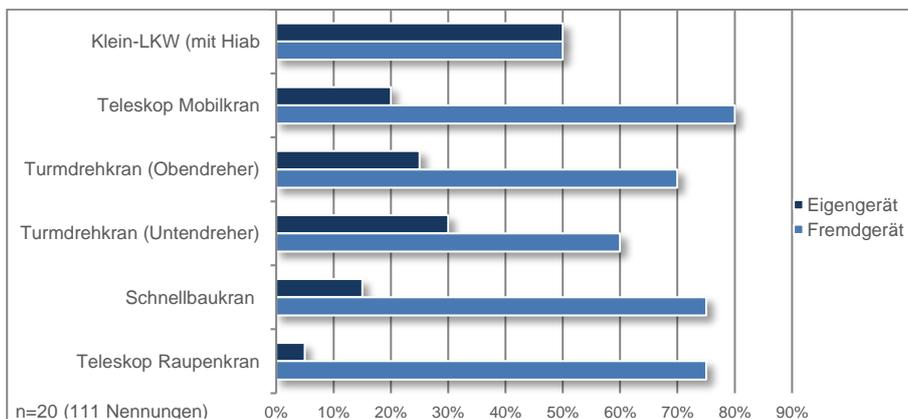
4.2.3 Bewerten Sie den finanziellen Aufwand für die Umsetzung der Baustelleneinrichtung der genannten Bauweisen im Holzbau im Vergleich zum mineralischen Massivbau.



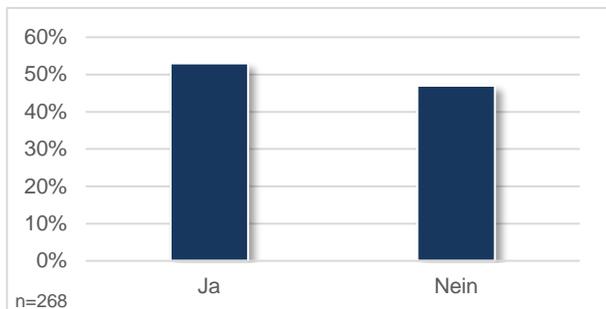
4.2.4 Bewerten Sie den Aufwand der firmeninternen Terminplanung bzw. Ablaufplanung (Wochenarbeitspläne) im Rahmen der Arbeitsvorbereitung eines Holzbaus bei den genannten Bauweisen im Vergleich zum mineralischen Massivbau.



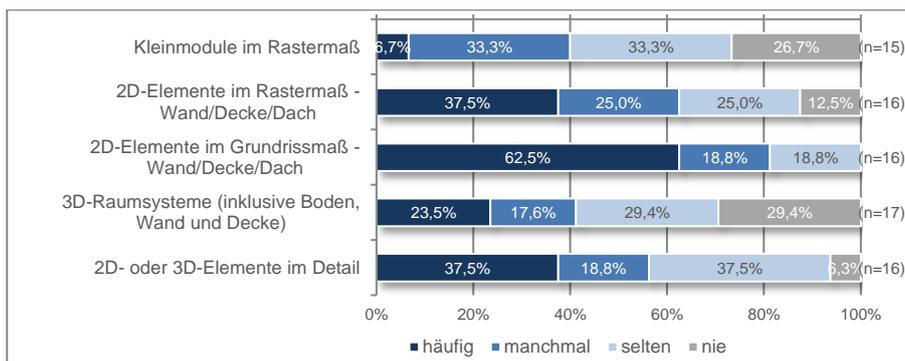
4.5.5 Welche der genannten Kranarten sind bei Ihren Projekten Eigen- bzw. Fremdgeräte?



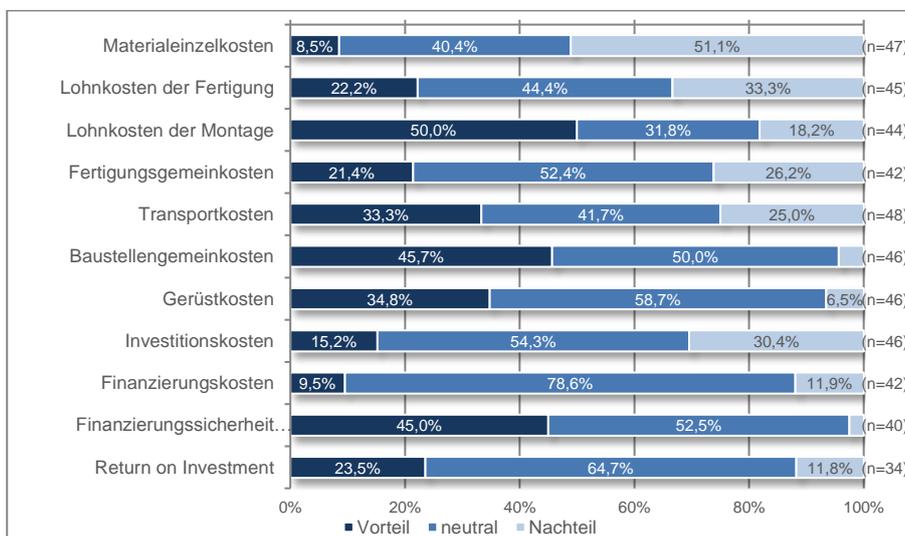
5.1.1 Sind Sie im Bereich des industriellen Holzbaus tätig?



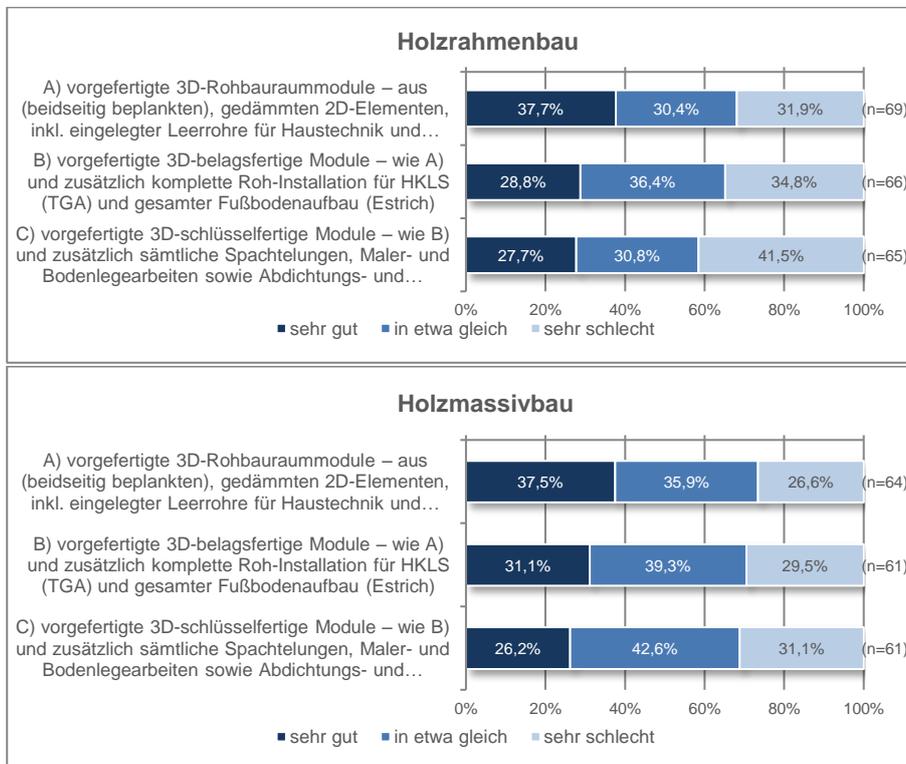
5.1.2 Welches Bauprinzip des industriellen Bauens wird in ihrem Unternehmen unabhängig vom Komplettierungsgrad hauptsächlich angewandt?



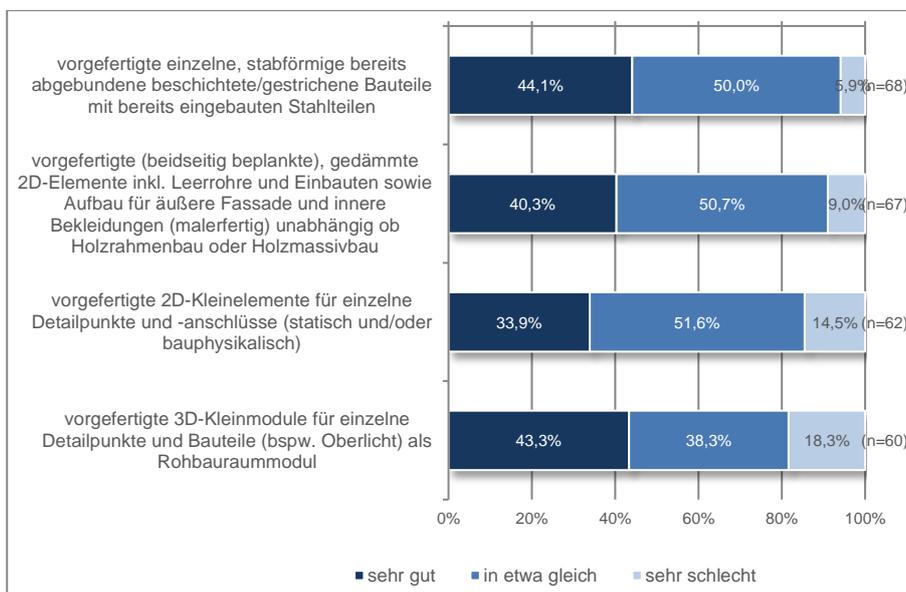
5.2.2 Welche kostenbezogenen Vor- bzw. Nachteile weist Ihrer Meinung nach der industrielle Holzbau im Vergleich zum mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) auf?



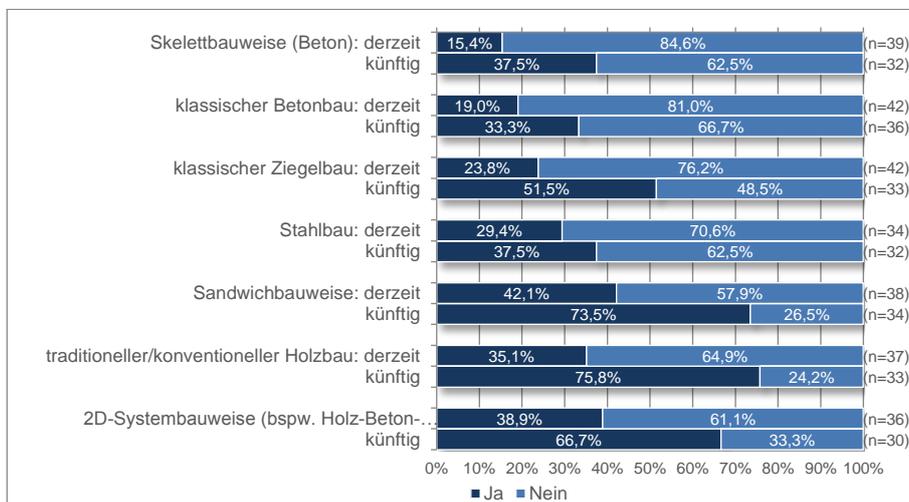
5.2.7 Wie schätzen Sie die Adaptierbarkeit der Bausysteme für künftige Umbaumaßnahmen der 3D-Modulbauweise gegenüber dem mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) ein?



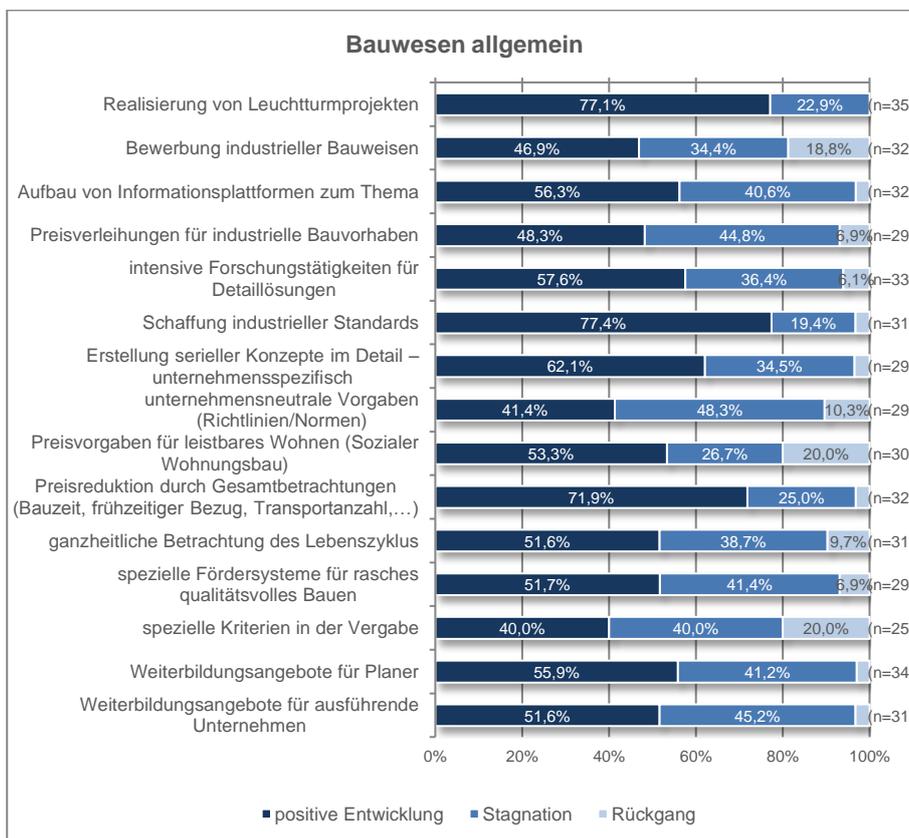
5.2.8 Wie schätzen Sie die Adaptierbarkeit der Bausysteme für künftige Umbaumaßnahmen des Ingenieurholzbaus gegenüber dem mineralischen Massivbau (Beton, Ziegel) bzw. dem Stahlbau ein?

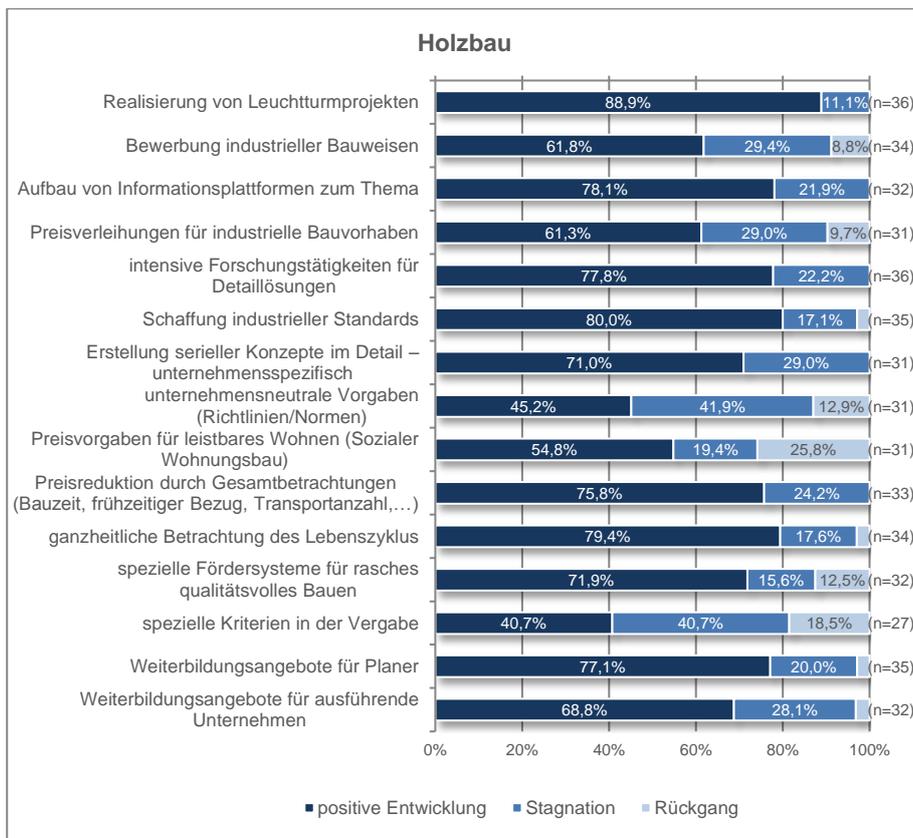


5.3.4 Sehen Sie den industriellen Holzbau in Form der 3D-Modulbauweise bisher bzw. künftig als Substitution (Ersatz) zu herkömmlichen Bauweisen?



5.4.2 Industrielles Bauen wird vom Kunden oftmals mit monotonen Plattenbauweisen der 60 / 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts assoziiert. Durch welche Maßnahmen lässt sich Ihrer Meinung nach das Image des industriellen Bauens am effizientesten verbessern und wodurch verschlechtert es sich zusätzlich?



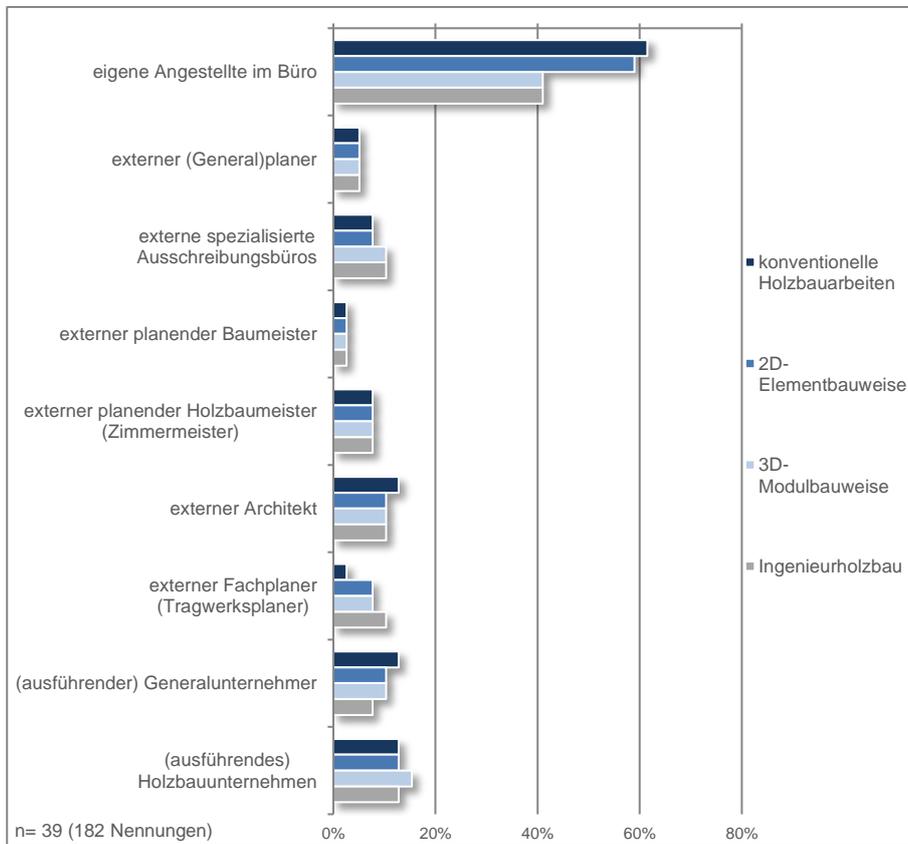


5.5.2 Welche Schichten, Teile, etc. sollten bei vorgefertigten Bauteilen bereits unbedingt integriert sein?

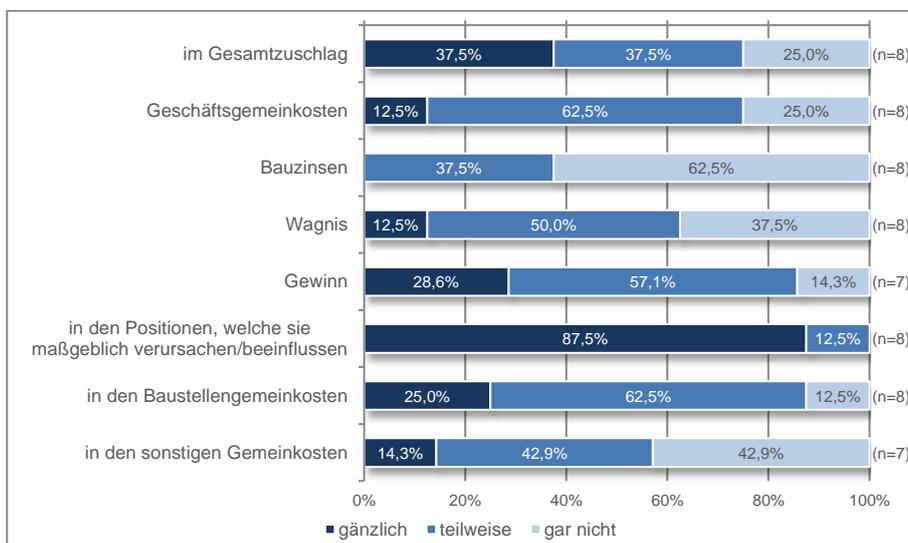
Abdichtungen, Dampfbremsen
alle
Alle
Alle - von innerer Beplankung bis äußern Fassadenelementen
alle die zur Bauaufgabe erforderlichen Schichten um die Anforderungen der Gesetze, Normen sowie die Bauherrn-Wünsche bestmöglich und kosteneffizientest zu lösen
alle Funktionsschichten (Tragwerk; brandschutztechnisch wirksame Beplankung; Dämmung; Luft- und Winddichtheit; etc)Vorbereitende Maßnahmen für Installationen
alle für die Bauphysik und Statik notwendigen
Alle Teile die nicht gefährdet sind, bei der Montage beschädigt zu werden.
Alle, bis auf evtl. abschließende Putze
Alles außer homogene Schichten (Fassade und Estrich)
am Besten alle!
Außenputz, Windfließ, Fenster
Außenwandverkleidung, innen fertig bis auf Installationen
äußere Fassade, Winddichtheitsebene mit Hinterlüftung, tragende Wand (Holzrahmen oder BSP), Wärmedämmung, innere aussteifende Beplankung
Aussteifende Beplankungen
Aussteifung; Aufsparendämmung, Unterspannungen, Dachlattungen; Deckenbeplankung oberseitig
Bauphysikalisch relevante (Brandschutzbeplankung / Anstrich, Dichtebenen, Dämmebenen, Anschlüsse) mit Ausnahme von Fugen. Fassade und Innenbeschichtung (Maleroberfläche) nur bedingt, je nach Herstellmöglichkeit, Transport und Gesamtsystem. Haustechnikführung / Lehrverrohrung, Sanitärzellen od. Module (3D) komplett (abgeschlossen, anschlussfertig). Verbindungsmittelpunkte markiert oder falls machbar vormontiert bzw. konstruktive Mindestvorgabe mit Ergänzung nach statischen Erfordernissen.
Beplankung aussteifend
Bin hierzu überfragt!
Bleche, Stabdübel, Anschlüsse. Tragende, nicht auswechselbare Schichten
Dachabdichtung, Dämmung im Wandbereich, eventuell Fenster und Fassade inklusive
Dämm- und Isolationsebene, HKLS-Vorrichtungen
Dämmung und Installationen
Dämmung, Beplankung, Installation
Dämmung, Dampfbremse, Plattenbeplankungen
Dämmung, Rohinstallation, Dichtebenen

Dampfbremse, Tragkonstruktion, Dämmung, Dampfsperre
Der Holzbau wird im Vergleich zum Massivbau nur dann bestehen können, wenn ein maximaler Vorfertigungsgrad von innen nach außen erreicht wird. Schauen Sie sich bitte mal Beton-Fertigteilwerke an. Das habe ich letztes in Holland getan. Das hat mich erschrocken!! Erschrocken in dem Sinne, was die Leute dort alles können. Die sind nicht weniger schlau und weit als wir mit der maximalen Vorfertigung. Da begrenzt dann zum Glück häufig das Gewicht die Elementgröße oder den Vorfertigungsgrad. mehr Vorfertigung (Fassade, Fenster, Innenbeplankung uvm.), desto besser!
Die Fragestellungen der vorausgegangenen Punkte sind teilweise nicht richtig oder nicht im richtigen Kontext gestellt. So sind einerseits BSP im Herstellwerk als Rohbauelement zu 100% vorzufertigen, andererseits die übrigen Schichten im Werk des Holzbauers zu 100% vorzufertigen. erst auf der Baustelle werden diese beiden Komponenten zusammengefügt. Nun kann man 100% Vorfertigung und/oder 2x50% Vorfertigung angeben. Usw. Diese Frage ist je nach Bauaufgabe abzuwägen und total individuell. Es ist der Erfahrung des anbietenden Kalkulanten oblegen das abzuschätzen.
E-Technik, HKLS, Dämmstoffe, Fenster
Elektro Lüftung sanitär
entweder von außen komplett fertig oder von innen komplett fertig
eventuell Installationsebene bzw. UK Innenbekleidung diffusionsdichte Schicht innen Riegelebene statisch abgestimmt und gedämmt (außer wenn vor Ort ausgeblasen - Vorteil: Montage bei Regen teilweise auch möglich) wasserdichte, diffusionsoffene Ebene außen bei vorgehängten Fassaden eventuell UK für Fassadenverkleidung
Fassade und Systemverbinder
Fassade, Fenster, Türen
fertige Dampfdruckausgleichsschicht; Wetterschutz unter Montage/Transport; statisches Tragsystem
Haustechnik, Elektrotechnik, Innenfläche, Riegel, Massivholzplatte, WD, Platte aussen, Fassade mit UK
Haustechnik, Fassade
Heizung, Elektro, komplette Installationen
HKLS, Fassade inkl. Dämmung, Fenster, Türen
im Sinne der Produktzulassungen/Abnahmen/etc. sollten Bauteile im mit brandschutztechnischen Anforderungen/Qualifizierungen/ z.B. mit Kapselungsanforderungen aus einer Hand kommen. Gleiches könnte gelten für alle Anforderungen, die einem Bauteil Wand/Decke/Träger mit Aufbauten besondere Anforderungen im Sinne der Zulassung, oder auch Anforderung durch z.B. spezielle statische Anforderungen zukommen. Es sollte versucht werden, das es zu weniger Einzelnachweisen/Zulassungs-/Abnahmeproblemen hinsichtlich der Anforderungen bei unterschiedlichen Gewerken für ein Bauteil kommt.
Innen und Außenhaut. innen letzte Arbeiten Maler Fassade außen 95 % fertig
Innenbeplankung an den Riegelwänden, Dampfbremse Installationslattung; Aussenbeplankung bis zur fertigen Oberfläche, Dampfbremse und Streulattung an Deckenelemente
Innere und äußere Beplankung mit Dämmeinlage
Installationsebene inkl. Verrohrung für HKLS, Dämmung, Fenster und Türen eingebaut
Je mehr Schichten in den Elementen vorgefertigt werden können, desto besser. Mindestens sollte die Wärmedämmung und Aussenfassaden dabei sein. Mit Innenausbau ist leichter, obwohl die Qualität auf der Baustelle normalerweise nicht so gut ist.
je nach Gebäudeart (Wiederholungsfaktor) unterschiedlich
Konstruktion innere Beplankung äußere Beplankung Dämmung
Leerverrohrungen, Auslässe, div . Installationseinheiten..
Luftdicht, Regensicher, Winddicht,
Luftdichte Schicht, äußere Beplankung (mind. Wind- und Regensicher) inkl. Fenster und Türen
Luftdichtheitsebene
Luftdichtung, Dämmung, Winddichtung, Fassade außer Putzflächen
möglichst alle
Rahmen mit Wärmedämmung
Riegel, Dämmung, beidseitige Beplankung und Installationsebene
Rohbauelemente ohne Installationsebene und ohne Fassade; Begründung: a) Bautenschutz bei der Montage bezüglich Witterungsschutz zu aufwendig; b) leichtere Austauschbarkeit von Installationsebenen und Fassaden (Lebenszyklus)
so weit, das zumindest eine regensichere Gebäudehülle erzielt wird.
Stahlteile, Dampfbremse, ...
statisch konstruktive
Tragend und dämmend
Tragende - Rohbau - Verkleidungen - Folien - Verbindungsmöglichkeiten konstruktiv - Verbindungsmöglichkeiten Bauphysikalisch (Folien etc.)
tragende Bauteile
Tragende Elemente, Dämmung
tragende und aussteifende Schichten, der Rest ist Aufbau- bzw. Bauteilabhängig
tragende, aussteifende, Dämmschichten, ev. Installationsebenen
Tragkonstruktion, Dämmung, Beplankung
Tragkonstruktion, Dämmung, Dichtebene innen und außen
Tragkonstruktionen: eingebaute Stahlteile, Elastomerlager, Verbindungsmittel; 2D Dachelemente: Tragrippen, Dämmung, Dampfbremse, beidseitige Beplankung, Dachfolie; Durchbrüche, Auswechslungen, Gullys
Tragschicht, Dämmschicht, Luftdichtigkeitsschicht, Winddichtigkeit, Fenster
Tragstruktur, dämmebene, eine Oberfläche, innen oder außen, beides ist meist aus planerischer sich nicht möglich, bzw. müssten sich Architekten hier massiv einschränken...
Tragstruktur, Dampfsperre, Dämmung, Windbremse
Tragwerk. Aussteifung, Dämmung, Installation, Wetterschutz
Unsere Vorfertigung bezieht sich auf Sanierungsprojekte: Konstruktion, Dämmung, Platten, Unterkonstruktion für Fassade, Installationen
Untergrund für Fassade bis fertige Vorbereitung für spachteln auf der Innenseite
Verbindungsmittel
Verbindungssysteme, Abdichtungsmaterialien, Folienklebesysteme
Wandelemente: diffusionsoffen von außen nach innen Spachtelung-Gittergewebe-Holzfaserdämmplatte-Tragkonstruktion mit Isolierung-OSP-Platte-Installationsebene-Gipskartonbeplankung-Spachtelung
Wärme - .Schall-, Brand-, Feuchte-Schutzschichten
Witterungsschutz, Feuerschutz
Gesamt

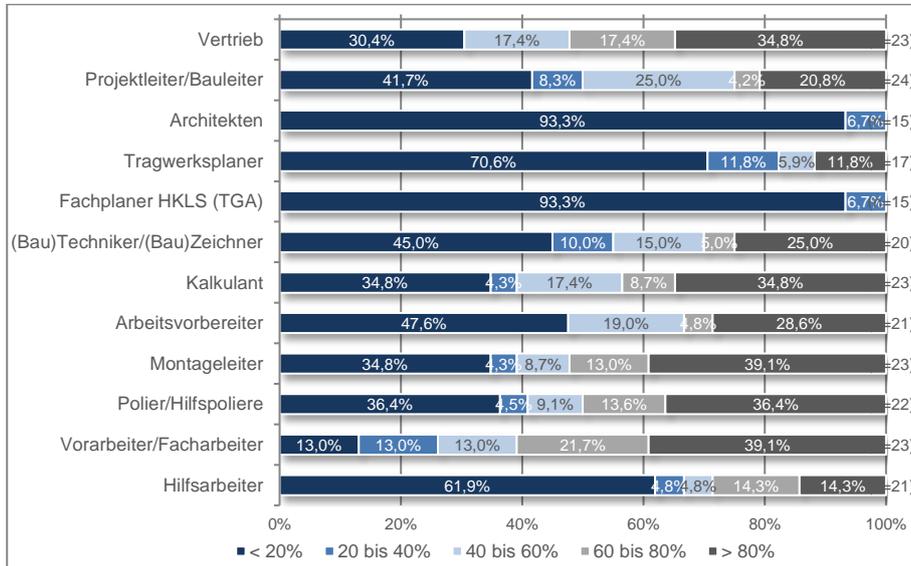
6.1.5 Wer führt die Ausschreibungen in Ihrem bzw. für Ihr Unternehmen operativ durch?

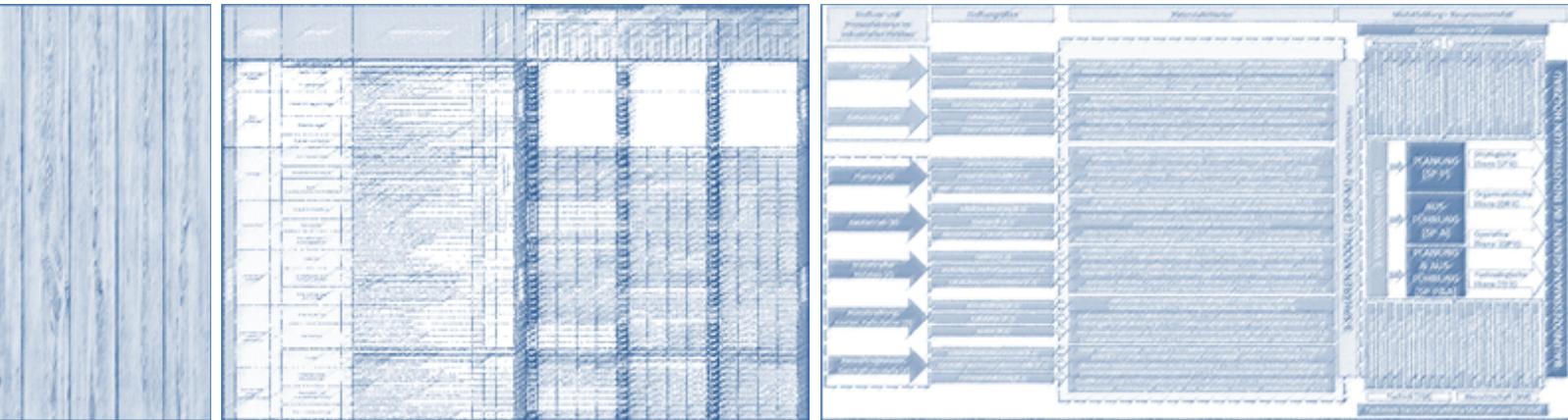


6.3.4 Inwieweit werden in Ihrem Unternehmen in den nachfolgenden Kostenposition Projektrisiken den Holzbau betreffend berücksichtigt, welche über das übliche Unternehmerwagnis hinausgehen?

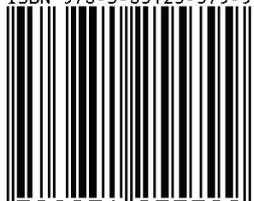


8.1.5 Wie stufen Sie die Suche nach ausreichend qualifiziertem Personal im Holzbau derzeit ein?





ISBN 978-3-85125-579-9



9 783851 255799