



5. Internationaler
BBB-Kongress

B A U E N
NEU DENKEN

Tagungsband

Technische Universität Graz
Hrsg. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Bauen NEU denken

5. Internationaler BBB-Kongress
19.09.2019 in Graz

Tagungsband

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

Impressum

Herausgeber:

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

Gestaltung: Federica Merloni

Layout: Norbert Prem, www.derprem.com

Lektorat: Gerti

Druck: Medienfabrik Graz

© 2019 Verlag der Technischen Universität Graz

www.tugraz-verlag.at

ISBN (print) 978 - 3 - 85125 - 707 - 6

ISBN (e-book 2020) 978 - 3 - 85125 - 708 - 3

DOI 10.3217/978 - 3 - 85125 - 707 - 6



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

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	6
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Graz	
Grüßwort zur Kongresseröffnung	11
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt Bauhaus-Universität Weimar	
PLENARVORTRÄGE I	
Wege zur digitalen Transformation der Bauindustrie - Trends und Treiber; Disruption oder Evolution ?	17
Dr. <i>Thomas Birtel</i> , STRABAG SE	
Improving integration and efficiency: an international breakthrough	33
Professor David Mosey PhD, King's College London	
SESSION 1 - „Bauverfahren und Projekte“	
Wandel im Bauprozess zu Systematisierung und Modularisierung - Bauen mit weniger Ressourcen: „Mehr Nutzen für mehr Menschen“	53
Dipl.-Ing. Harald Professner, MBA, Rhomberg Holding GmbH	

Marienholtunnel: Herstellungen eines Absenktunnels unter dem Fluss
Göta älv in der schwedischen Stadt Göteborg 79

Dr.-Ing. Christiane Hof, Zentrale Technik, Ed. Züblin AG, Duisburg
Dpl.-Ing. Carsten Bahl, Zentrale Technik, Ed. Züblin AG, Berlin

Baulogistikplanung - Erfolgsfaktor in der frühen Planungsphanes
für die Realisierung von Bauvorhaben 105

Dr.-Ing. Fabian Ruhl, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Brenner Basistunnel - Baulos H51 „Pfans - Brenner“
Herausforderungen beim Bau des größten Bauloses auf der
österreichischen Projektseite 127

Dipl.-Ing. Romed Insam, BBT SE

Baubetriebliche und bautechnische Herausforderungen bei Planung
und Bau der Second River Niger Bridge 149

Dr.-Ing. Georg Merzenich
M.-Sc. Dominik Müller
Dr.-Ing. Tilo Nemuth
M.-Sc. Roman Oldenburg
Dipl.-Ing. Stefan Uelzmann
JULIUS BERGER GmbH

SESSION 2 - „Vertrags- und Abwicklungsmodelle“ _____

Miteinander statt Gegeneinander- Systemwechsel und Kulturwandel
durch integrierte Projektabwicklung mit Mehrparteienverträgen 181

Dipl.-Ing. Markus Lentzler, ECE Projektmanagement GmbH & Co.KG

Zehn Gebote für die Bauprojektabwicklung -
Alte Wahrheit neu gedacht 195

Dr. Konstantin Pochmarski, Hohenberg Strauss Buchbauer Rechtsanwälte

Doha Metro Green Line - Deliver Amazing:
A vision becomes Reality 229
Dipl.-Ing. Hans Wenkenbach, PORR AG

Bauverträge neu denken - Umsetzung von Allianzverträgen im
österreichischen Rechtssystem am Beispiel des
Gemeinschaftskraftwerks Inn 241
RA Bmstr. Dipl.-Ing. Dr. Daniel Deutschmann, Heid und Partner Rechtsanwälte GmbH

Messen der Kooperation auf Großbaustellen -
Der KOOP-QUICKCHECK 261
Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Wiesner, PORR Bau GmbH

SESSION 3 - „Geschäftsprozesse der Planung“

BIM im Verkehrswegbau:
Vernetzung von Termin-, Ressourcen- und Logistikdaten 277
Dipl.-Ing. Martin Hörhan,
Dipl.-Ing. Jens Hoffmann,
Dipl.-Ing. Daniel Jank
Dipl.-Ing. Sabrina Steiner
STRABAG AG

Können Bauingenieure und Bauingenieurinnen durch künstliche
Intelligenz ersetzt werden ? 291
Dipl.-Ing. Wolfgang Müller, RIB Software SE
M. Eng. Anna Shamreeva, 5D-Institut GmbH

Koordination der Planungsbeteiligten
eine weiterhin vernachlässigte Disziplin 323
Dr. Christian Fischer, ARNECKE SIBETH DABELSTEIN

Features of Construction - Project Management using 4D and 5D BIM	341
--	-----

Marina Alexandrovna Romanovich, PhD, Associate Professor, Peter the Great
Saint-Petersburg, Polytechnic University

Der Klimawandel und die Bauausführung; eine Herausforderung für Kalkulation und Ausführung - Umgang mit veränderten Bedingungen durch AN und AG	367
---	-----

Dipl.-Ing. Dr. techn. Dieter Schlagbauer, iC Consulente
Mag. Otmar Petsching, Fleischmann & Petsching Dachdeckungs GmbH

PLENARVORTRÄGE II

Bausteine für ein erfolgreiches Bauprojektmanagement: heute - morgen	399
---	-----

Dipl.-Ing. Dr. Hubert Hager, ÖBB-Infrastruktur AG

AUTORENVERZEICHNIS	411
--------------------	-----

SPENDER UND MEDIENPARTNER	417
---------------------------	-----

VERANSTALTUNGEN DES INSTITUTES	433
--------------------------------	-----

Vorwort

Sehr geehrte Gäste, verehrte Referentinnen und Referenten, liebe Kolleginnen und Kollegen, sehr geehrte Damen und Herren,

es ist mir eine große Freude, Sie im Namen der Professoren des BBB-Netzwerkes sowie der Technischen Universität Graz zum 5. Internationalen BBB-Kongress begrüßen zu dürfen. Das BBB-Netzwerk setzt sich aus den Professorinnen und Professoren der Bauwirtschaft, des Baubetriebs und des Baumanagements der Technischen Universitäten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz zusammen.

Der BBB-Kongress wurde im Jahre 2011 erstmalig an der TU Dresden ausgerichtet. Die Idee, die wissenschaftlichen Inhalte mit Vorträgen aus der Praxis unter Moderation der BBB-Professoren zu verknüpfen, veranlasste uns dazu, weitere Kongresse an den Technischen Universitäten in Darmstadt, Aachen, Stuttgart und nun Graz durchzuführen.

Hiermit wird erstmalig die namensgebende Komponente der Internationalität eingeschlagen. Außerdem wollten wir mit diesem kleinen Schritt einen weiteren Schritt nach vorne gehen, indem wir nicht nur eine englischsprachige Keynote von Professor Mosey präsentieren, sondern nun besteht auch über jede der drei Sessions die Möglichkeit, durchgängig englischsprachige Vorträge zu hören. Wir sind der Meinung, dass auch der Baubetrieb und die Bauwirtschaft mit einer sehr stark exportorientierten Tradition aus den siebziger und achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts in Baubetriebe und Ingenieurbüros an diese Erfolge und diesen Know-how-Transfer anknüpfen muss.

Der diesjährige Kongress an der TU Graz findet zu einer Zeit statt, in der die

Bauwirtschaft erneut in einer sehr heftigen Phase der Umstrukturierung, der Transformation, verhaftet ist. Die Welt steht vor schwerwiegenden wirtschaftlichen und politischen Unsicherheiten, und aufgrund zahlreicher Faktoren, wie beispielsweise einem weltweit niedrigen Zinsniveau, herrscht immer noch eine Vollaustlastung in der gesamten Baubranche in der D-A-CH-Region.

So bestimmen derzeit die Fragen nach der Ressource „Mensch“ (Facharbeiter, Ingenieurinnen und Ingenieure) die Diskussionen in der Fachwelt so sehr, dass dadurch derzeit das Wachstum der Branche gehemmt ist. So sind derzeit beispielsweise Bewehrungsarbeiten in der Regel lediglich in Regie an Nachunternehmer zu vergeben.

Daher findet in den letzten Jahren ein signifikantes Umdenken in den Reihen der Führungskräfte der Branche statt, welches sich von ehemals konfrontativ aufgestellten Vertragspartnern wandelt hin zu wahrer Kooperation; - bis hin zu Mehrparteienverträgen.

Umso mehr freue ich mich darüber, dass wir mit David Mosey den „Vater“ der britischen Kooperationsverträge und Mehrparteienverträge als Keynote-Speaker gewinnen konnten. Seine Ideen gehen weit über die bislang in unseren Werkvertragsnormen verhafteten Mitwirkungspflichten und Kooperationsverpflichtung hinaus. Dies bedeutet, dass ein grundlegendes Werteverständnis für diese Art der Bauabwicklung gefunden werden muss. In der Session der „Vertrags- und Abwicklungsmodelle“ werden diese Projekte vorgestellt, und aus vergaberechtlicher, rechtlicher sowie bauwirtschaftlicher Sicht beleuchtet.

Traditionell findet in der Session „Bauverfahren und Projekte“ eine Leistungsschau unserer Bauwirtschaft statt. Den Schwerpunkt nehmen hierbei Infrastrukturprojekte wie der Brennerbasistunnel, ein Absenktunnel in Göteborg sowie eine Brückenbaustelle in Nigeria ein. Daneben werden Themen des Bauprozesses hin zu einer Systematisierung und Modularisierung sowie der Bereich der Baulogistikplanung vorgestellt.

In der dritten Session der „Geschäftsprozesse in der Planung“ werden neueste Entwicklungen im Bereich des Building Information Modelings (BIM) vorgestellt. Weiters spielt das Thema der künstlichen Intelligenz eine Rolle, denn wie zukünf-

tig auch die Kalkulation oder die Einschätzung des Risikomanagements von staten geht, wird eine Frage der zugrundeliegenden Datenbanken sein.

Die Planung ist ein interaktiver und interdisziplinärer Prozess. Dies führt zu Schnittstellen und ruft damit Juristen auf den Plan, sich dem Thema der Koordination in der Planung und zwischen den Planungsbeteiligten zu befassen.

Auch wenn Aufwandswerte und deren Abhängigkeit von den klimatischen Verhältnissen zunächst nach einem rein baubetrieblichen Thema klingt, so enthält der eingereichte Beitrag sehr wohl Komponenten in Bezug auf die Planung, nämlich die Planung der Bauabläufe, der Bauabschnitte, bis hin zu einer sehr detaillierten Ablaufplanung unter Berücksichtigung der klimatischen Veränderungen, die jedenfalls Einfluss auf den Bauprozess haben.

Wir hoffen, mit dem vorliegenden Tagungsband ihr Interesse geweckt zu haben, denn die Bauwirtschaft zeigt sich in den Plenarvorträgen und den drei verschiedenen Sessions von ihrer gesamten Breite. Wir wünschen allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern eine interessante Tagung, spannende Diskussionen und einen regen Austausch auf internationaler Bühne.

An dieser Stelle möchte ich Allen danken, die zum Gelingen des 5. BBB-Kongresses an der TU Graz beitragen haben; - insbesondere die Kümmerer im Organisationsteam der Professorenschaft, dem gesamten Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz, und speziell der Grafikerin Federica Merloni für das Setzen dieses Tagungsbandes.

Auch ohne die zahlreichen Sponsoren wäre eine solcher Kongress nicht durchführbar; - daher gilt ihnen mein besonderer Dank.

Detlef Heck
TU Graz

Grußwort zur Kongresseröffnung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt

Sprecher der BBB-Professoren
Bauhaus-Universität Weimar

Sehr geehrte Damen und Herren,

zum fünften Mal veranstalten die Professorinnen und Professoren des BBB-Netzwerks einen internationalen BBB-Kongress, diesmal in Graz, in einer Stadt mit besonderem interkulturellen und internationalen Reiz.

Das BBB-Netzwerk umfasst im engeren Sinne die Professorinnen und Professoren für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement, daher auch die Abkürzung BBB. Doch seit vielen Jahren ist das Forschungs- und Lehrspektrum wesentlich breiter gefasst. Heute treffen sich unter dem Akronym „BBB“ auch die Kollegen mit Berufsgebieten der Immobilienwirtschaft, des Projekt- und Prozessmanagements, des Infrastrukturmanagements, der Baubetriebswirtschaft, aus dem Facility Management, der Gebäudetechnik, der Bauverfahrenstechnik, der Bautechnologie, des Tunnelbaus u. a. m.

Der internationale BBB-Kongress dient der „Leistungsschau“ der heutigen

BBB-Professoren. Gezielt werden aktuelle Entwicklungen vorgestellt, die aus den Universitäten heraus den Weg in die Praxis und durch Hochschulabsolventen und Innovationstransfer in die Wirtschaft gefunden haben. Traditionsgemäß erheben die BBB-Professoren hierbei nicht selbst ihre Stimme, sondern stellen sich, die einzelnen Vortragsblöcke moderierend, bewusst in den Hintergrund.

Dieses Jahr wird der Kongress in doppeltem Sinne seinem Namen voll gerecht: zum einen findet er – aus deutscher Sicht – in internationalen Gefilden statt, in Graz. Zum anderen freue ich mich besonders, dass wir auf dem 5. Internationalen BBB-Kongress auch die Möglichkeit haben, durchgehend englischsprachige Vorträge zu erleben.

Das Programmkomitee hat in diesem Jahr attraktive Beiträge gewinnen können, die nicht nur die ganze Palette des Baubetriebs vorstellen (das Motto lautet „Bauen neu denken“), sondern insbesondere auch die Beiträge der Bauwirtschaft und der Bauwirtschaftler für den modernen Umbau der Gesellschaft darstellen. Dieses kann an drei Schwerpunkten in den angebotenen Themenblöcken festgemacht werden:

1. der Beitrag des Baubetriebs zu Bauverfahren und der Vorstellung von Projekten,
2. der Beitrag der Bauwirtschaft zu Vertrags- und Abwicklungsmodellen,
3. der Beitrag der Baumanager zu Geschäftsprozessen der Planung

Ich danke dem Programmkomitee und hierbei ganz besonders Prof. Detlef Heck und seinem Team an der Technischen Universität Graz für die aufwändige Vorbereitung, die zu diesem attraktiven Programm geführt hat.

Ich wünsche Ihnen eine interessante und anregende Lektüre dieser, den 5. Internationalen BBB-Kongress begleitenden Buchveröffentlichung.

Welcome address to the opening of the congress

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt

Speaker of the BBB-Professors
Bauhaus-Universität Weimar

Dear ladies and Gentlemen,

it is for the 5th time that the professors of the BBB-network facilitate the international BBB-Congress focusing on Construction Engineering and Management and related areas. This year's host, the Graz University of Technology, Austria, is embedded in a city of special intercultural and international attractiveness.

The BBB-network includes the professors for construction engineering, construction economics and construction management in the narrow sense, which also stands for the abbreviation BBB. Nevertheless, since many years, the research and teaching activities have been set at a wider range. Today the acronym "BBB" stands for real estate economics, project management, process management, infrastructure management, economics in construction, facility management, technical building facilities, construction engineering, construction technology, tunneling and many others more.

The international BBB-Congress is the performance of the today's BBB-professors. Latest developments will be presented, which have emerged from universities, and which have been transferred into practice by our university graduates or by other technology transfer into industry. Traditionally, the BBB-professors will not present themselves, they deliberately stay in the back and moderate the sessions.

This year, the congress is international in two senses:

1. For the first time, the International BBB-Congress does not take place in Germany, but in the beautiful city of Graz, close to the Austrian borders to Italy and Slovenia.
2. The BBB-Congress offers the possibility to follow a complete track program in English language.

The program committee has acquired very attractive contributions for this Year's conference, which does not only cover the construction areas (the motto of the congress is „Rethink Construction“), but which also addresses our contribution for the modern reconstruction of society. This can be identified in three main areas

1. the contribution of construction engineering for the improvement of the infrastructure in our countries, presenting construction methods and projects
2. the construction law with all matters of cooperative contracts and project delivery models,
3. the construction management discussing planning processes.

Warm thanks to the program committee and especially to Prof. Detlef Heck and his team at Graz University of Technology for their elaborate preparation of the congress, which has led to this very attractive program.

I wish you all a very interesting and exciting 5th International BBB-Congress as well as an inspiring congress publication.

PLENARVORTRÄGE I

Birtel

Wege zur digitalen Transformation der Bauindustrie

Trends und Treiber: Disruption oder Evolution?

Dr. Thomas Birtel

STRABAG SE

1 DIE STRABAG-PERSPEKTIVE: EUROPA

Die STRABAG SE zählt mit einer Bauleistung von rund 16,3 Mrd. EUR (2018), einem Ergebnis nach Steuern von 363,0 Mio. EUR und mehr als 75.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu den großen europäischen Baukonzernen. Sie ist mit über 700 Standorten in mehr als 80 Ländern der Erde präsent. Ihre hohe Innovationsfähigkeit drückt sich in der Stärke ihrer auf den Hoch- und Ingenieurbau fokussierten Zentralen Technik mit mehr als 1.000 Ingenieurinnen und Ingenieuren sowie die vor allem auf den Verkehrswegebau ausgerichtete Qualitäts- und Innovationseinheit TPA mit etwa 950 Mitarbeitenden aus. In einem vergleichbaren Umfang ist nach Kenntnis des Verfassers kein anderes Bauunternehmen in Europa engagiert. Als erstes Unternehmen der Branche wird STRABAG ab Anfang des Jahres 2020 außerdem über ein eigenes Vorstandsressort „Digitalisierung, Unternehmensentwicklung und Innovation“ verfügen.

Ein weiteres Charakteristikum des Konzerns ist es, trotz seiner Größe sehr stark auf Mittel- und Osteuropa fokussiert zu sein. Die Heimatmärkte Deutschland und Österreich standen 2018 für 48 % bzw. 16 % der insgesamt erbrachten Bauleistung; Mittel- und Osteuropa trug 22 % bei. In allen wesentlichen europäischen Flächenmärkten gehört er zu den Top 3 der Branche; in Deutschland, Österreich, Tschechien, der Slowakei, Ungarn, Rumänien sowie in Kroatien nimmt er die führende Rolle ein.

Diese starke und strategisch gewollte geographische Fokussierung prägt natürlich die Perspektive für das Thema des vorliegenden Beitrags. In diesem werden zunächst fünf europäische Trends analysiert, die die künftige Entwicklung der Bauindustrie prägen werden. Sodann wird der aktuelle Status des Sektors im Blick auf gesamtwirtschaftliche Bedeutung, Umweltaspekte und Produktivität erörtert. Im Mittelpunkt steht sodann eine Analyse der Treiber der künftigen Transformation in der Bauindustrie.

2 FÜNF EUROPÄISCHE TRENDS

2.1 Urbanisierung und Demographie

Im Jahr 2050 werden zwei Drittel der Weltbevölkerung in Städten leben, während es derzeit nur rund 55 % sind.¹ Dies bedeutet eine Steigerung der globalen Stadtbevölkerung um 2,5 Mrd. Menschen. Der weltweite Trend findet seine Entsprechung auch im alten Kontinent Europa. So ist Wien die am schnellsten wachsende deutschsprachige Großstadt, aber auch zahlreiche andere europäische Metropolen weisen ein hohes Nettowachstum der Bevölkerung auf, wie beispielsweise Berlin oder Stockholm.

Dieser Trend bringt zwangsläufig einen höheren Bedarf an Wohnraum und öffentlicher Infrastruktur mit sich. Weltweit werden bis 2030 Infrastrukturinvestitionen in Höhe von 57 Billionen US-Dollar erforderlich gehalten, was allein eine jährliche Wachstumsrate von 4 % für Bauunternehmen bedeuten würde.² Bezogen auf den größten Einzelbaumarkt Europas, Deutschland, wird ein hoher Nachholbedarf allein zur Sanierung des Verkehrsnetzes in dem selben Zeitraum mit zusätzlichen Investitionen von 2,6 Mrd. EUR jährlich für notwendig gehalten,³ was in den mittelfristigen „Bundesverkehrswegeplan“ der deutschen Regierung mündete, der bis zum Jahr 2030 ein Gesamtvolumen von fast 270,0 Mrd. EUR ausweist.⁴

2.2 Energie-Effizienz und Nachhaltigkeit

Das Wachstum der Weltwirtschaft macht nach jüngeren Schätzungen Investitionen in Höhe von 48 Billionen US-Dollar erforderlich, um den weltweiten Ener-

¹ Deutsche Stiftung Weltbevölkerung: <https://www.dsw.org/projektionen-urbanisierung>

² McKinsey & Co.: Voices on Infrastructure: Rethinking engineering and construction, Global Infrastructure Initiative, October 2016, p. 13

³ Karl-Heinz Daehre: Bericht der Kommission „Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“, Dezember 2012, S. 37

⁴ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): Bundesverkehrswegeplan 2030, März 2016

giebedarf bis zum Jahr 2035 zu decken.⁵ Die Europäische Union verfolgt im Rahmen ihrer Klima- und Energiepolitik bis 2030 drei Hauptziele:

- Die Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 40 %
- Eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energiequellen auf mindestens 27 %
- Die Steigerung der Energieeffizienz um mindestens 27 %.

Zwar steht im Mittelpunkt der öffentlichen Aufmerksamkeit in diesem Zusammenhang meist der Straßenverkehr. Tatsächlich machen jedoch Gebäude, insbesondere ihr Betrieb, mit rund 40 % den größten Anteil am gesamten Endenergieverbrauch der Europäischen Union aus und erzeugen etwa 35 % aller Treibhausgasemissionen.⁶

Für die Bauwirtschaft bringt dies eine verstärkte Nachfrage der Auftraggeber nach energieeffizienten Lösungen, umweltfreundlichen Produkten und einem nachhaltigen Geschäftsverhalten mit sich. Ein Nebeneffekt ist der Umstand, dass das Bestehen eines flächendeckenden, eigenen Baustoffnetzwerkes für andere Marktteilnehmer zunehmend eine hohe Eintrittsbarriere darstellt, da beispielsweise die Genehmigungen für Bau und Betrieb neuer Asphalt- oder Betonmischanlagen, von Kiesgruben und Steinbrüchen aus Umweltgründen nicht mehr ohne weiteres erteilt werden.

2.3 Finanzmärkte

Jedenfalls in der Eurozone stellt das historisch niedrige Zinsniveau, dessen Ende derzeit in keiner Weise absehbar ist, und das gleichzeitig von hoher politischer und wirtschaftlicher Unsicherheit geprägte Umfeld Immobilien als attraktive Anlageklasse dar - selbst wenn deren Renditen angesichts steigender Bau- und vor allem Grundstückspreise deutlich nach unten tendieren.

⁶ World Economic Forum: Shaping the Future of Construction - A Landscape in Transformation: An Introduction, January 2016, p. 7

Für Investoren, die nicht überschüssige Liquidität anzulegen haben, sondern für den eigenen Bedarf bauen wollen, schaffen die niedrigen Finanzierungskosten auf Sicht eine deutliche Erleichterung der Investitionsentscheidung. Dasselbe gilt für öffentliche Auftraggeber und deren Infrastrukturprojekte. Umgekehrt dürfte der seit geraumer Zeit zu beobachtende Trend weg von Projekten in öffentlich-privater Partnerschaft („PPP“) auch darin begründet sein, dass diese in der Vergangenheit oft auch unter Finanzierungsaspekten gewählt wurden.

2.4 Wachstumsregion Mittel- und Osteuropa

Ein Vergleich zwischen den erwarteten Wachstumsraten für das Bruttoinlandsprodukt und für den Bausektor der wichtigsten Länder Mittel- und Osteuropas – Polen, Ungarn, Tschechien und Slowakei – zeigt, dass mit Ausnahme der Slowakei für alle diese Märkte ein deutlich stärkeres Wachstum des Bausektors als das der Gesamtwirtschaft anzunehmen ist⁷ Dem gegenüber soll sich die Branche in Westeuropa im Wesentlichen im Gleichschritt mit der übrigen Wirtschaft entwickeln.

Dass Mittel- und Osteuropa die interessante Wachstumsregion des Kontinents ist, wird auch durch den Umstand unterstrichen, dass die Wachstumsraten dort aufgrund des nach wie vor bestehenden Nachholbedarfs deutlich höher als im Westen erwartet werden. So ist beispielsweise die Dichte des Autobahnnetzes – etwa gemessen in km Autobahn je 1.000 m² Landesfläche – trotz teilweise hoher Investitionen der letzten Jahrzehnte nach wie vor in Polen, aber auch in Ungarn, Tschechien und der Slowakei noch deutlich geringer als in Österreich oder Deutschland, ganz zu schweigen von Staaten wie Rumänien oder Bulgarien.

2.5 Digitalisierung

Die Bauwirtschaft verfügt typischerweise nicht über große stationäre Fertigungsstätten, die sich – wie beispielsweise in der Automobilindustrie – schrittweise und systematisch immer effizienter organisieren lassen. Das mag einer der wesent-

⁷Euroconstruct Summary Report, Winter 2018; pp. 15, 18, 38

lichen Gründe dafür sein, dass der Sektor insgesamt als derjenige mit den niedrigsten Produktivitätsgewinnen der letzten 30 Jahre betrachtet wird.⁸

Auch hinsichtlich des globalen Trends zur Digitalisierung ist festzustellen, dass sich zwar die weit überwiegende Zahl der Akteure des Bausektors einig sind, dass diese ihre Prozesse beeinflussen wird. Weniger als 6% der deutschen Bauunternehmen nutzen aber digitale Instrumente zur ganzheitlichen Planung⁹. Der Nachholbedarf des Sektors ist damit evident – trotzdem sehen derzeit in Österreich 53% aller Bauunternehmen keinen Bedarf, hier selbst aktiv zu werden!¹⁰

3 DER AKTUELLE STATUS DER BAUINDUSTRIE IM VERGLEICH ZU ANDEREN SEKTOREN

Der Bausektor ist die Industrie, die für private wie öffentliche Auftraggeber grundlegende Infrastrukturen schafft. Sie stellt damit eine Schlüsselbranche der Volkswirtschaften dar. In der Europäischen Union beträgt der Anteil von Bauinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt der Mitgliedsstaaten rund 6%,¹¹ im weltweiten Durchschnitt liegt er auch bei 6%. Wie bereits ausgeführt, lassen Trends der Urbanisierung und der demographischen Entwicklung in der Zukunft weitersteigende Investitionen in die Infrastruktur unausweichlich erscheinen.

Dabei ist die Bauindustrie schon heute weltweit der größte Verbraucher von stofflichen Ressourcen und nicht-nachwachsenden Rohstoffen. Sie verbaut aktuell rund 34 Mrd. Tonnen Beton im Jahr und setzt etwa 50% der weltweiten Stahlproduk-

⁸ Deloitte Spain: GPoC 2018 – Global Powers of Construction, July 2019, p. 18

⁹ Roland Berger: Digitalisierung der Bauwirtschaft – Der europäische Weg zu „Construction 4.0“, Juni 2016, S. 13

¹⁰ KSV1870: Austrian Bau-Business Check: „Digitalisierung größte Schwäche“, Solid 08/09 2019, S. 40-43

¹¹ World Economic Forum (Fn. 6) p. 7; WKO Statistik (<http://wko.at/statistik/eu/europa-wertschoepfung.pdf>)

tion ein. Die Kohlendioxid-Emissionen der Bauindustrie sind höher als die der Luftfahrt. Allein rund 6 % der globalen Emissionen resultieren aus der Zementherstellung.¹²

Dass trotz dieser Bedeutung der technologische Fortschritt und die damit einhergehende Produktivitätssteigerung in der Bauwirtschaft langsamer voranschreitet als in der stationären Industrie, wurde bereits beleuchtet. Die für die Branche typische Projektbezogenheit mit vielen wechselnden Beteiligten erschwert die Standardisierung der Kommunikationskanäle. Planungsänderungen nach Baubeginn sind eher die Regel denn die Ausnahme. Die durch immer komplexer werdendes Gebäude-Design steigende Anzahl von Schnittstellen in der Bauausführung lässt den Informationsverlust überproportional steigen.

Dass aufgrund dieser Rahmenbedingungen die Digitalisierung zu dem Treiber für Produktivitätsverbesserungen geworden ist, wurde durch vier IT-basierte Entwicklungen maßgeblich begünstigt:

- Der Preisverfall für Rechner und Speicherkapazitäten macht Digitalisierung auch in einer Branche mit notorisch niedrigen Margen leistbar
- Die Miniaturisierung der Technik, insbesondere der Sensorik, erlaubt Digitalisierung auch im bautypischen, mobilen Einsatz
- Damit wird Kommunikation inzwischen jederzeit möglich – und dies mit jedem Prozessbeteiligten
- Sie macht Prozesse transparent.

Verstärkend hinzu kommt, dass eine Qualitätsverbesserung von Bauprojekten bei zunehmender Integration von immer mehr Funktionalitäten und möglichst flexibler, energieeffizienter Nutzung die Lebenszyklusbetrachtung unausweichlich macht. Eine deutlich erweiterte Kollaboration aller Beteiligten bei Planung und Umset-

¹² World Economic Forum (Fn. 6), p. 7

zung wird erforderlich. Angesichts der hohen Anforderungen an „smarte“ Gebäude müssen vermehrt Entscheidungen bereits zu Beginn der Bauphase in der Planung getroffen werden. Dabei legen die Baubeteiligten im „Front-Loaded Design“ Randbedingungen und Vorgehensweisen nicht nur für die Bauausführung, sondern auch für den Gebäudebetrieb bis hin zu den Rückbau-Möglichkeiten fest. Auf „Building Information Modeling“ („BIM“) basierende Entwürfe – die virtuelle Vorwegnahme eines Bauprojektes – ermöglichen den Beteiligten, sämtliche Änderungen und Varianten eines Objektes in dem digitalen Zwilling abzubilden und vorab zu erwägen.

4 TREIBER DER TRANSFORMATION IN DER BAUINDUSTRIE

Im Folgenden werden die sieben Haupttreiber erörtert, die aus Sicht des Verfassers gegenwärtig die Veränderung des Bausektors in Europa entscheidend prägen.¹³ Daraus ergibt sich, dass dies nicht nur und ausschließlich die Digitalisierung ist. Die Digitalisierung spielt jedoch bei vielen der erörterten Komponenten eine wichtige Rolle.

4.1 Menschen und Prozesse

Dass Produktivitätsgewinne in der Bauindustrie in der Vergangenheit deutlich geringer und langsamer erzielt werden konnten als in der stationären Fertigung, hängt auch damit zusammen, dass sich die Fortschritte bei der Automatisierung bzw. Mechanisierung des Bauens in Grenzen hielten. Ausnahmen, die die Regel bestätigen, bilden etwa der Tunnel- und der Straßenbau, wo inzwischen komplexe Maschinen Tätigkeiten übernehmen, die früher – teilweise unter großen Gefahren – von Menschenhand verrichtet werden mussten. Es kann davon aus-

¹³ Vgl. auch Peter Krammer/Norbert Pralle: Bauen von morgen – aus der Sicht eines Generalunternehmers, Bauingenieur – Organzeitschrift VDI-Bautechnik Jahresausgabe 2019/2020

gegangen werden, dass die digitale Abbildung eines Bauvorhabens künftig auch vermehrt Möglichkeiten zur digitalen Steuerung von Maschinen (und damit auch Robotern) im Bauprozess bieten wird. Dennoch wird hier die Auffassung vertreten, dass der Mensch im Mittelpunkt des Bauprozesses ist und bleibt. Heute sind ca. 60% der Baukosten direkt und indirekt personalbedingt. Diese Quote mag künftig etwas zurückgehen und die Anforderung an bauleitendes und bauausführendes Personal werden sich ändern.

Angesichts der absehbaren demographischen Entwicklung in den meisten Ländern Europas dürfte der aktuell konjunkturbedingte Engpass an Fachkräften am Bau sich verstetigen, sodass Effizienzgewinne durch Digitalisierung und Automatisierung weniger als Bedrohung denn als Chance empfunden werden können. Der „War for Talents“ führt dazu, dass auch Bauunternehmen ihre Arbeitgeberattraktivität durch „Employer Branding“, Weiterbildungsangebote, etc. steigern müssen. Neue Berufsbilder wie das des BIM-Managers oder des BIM-Modellierers können den Sektor künftig für Menschen interessant machen, die in der Vergangenheit nicht daran gedacht hätten, im Bausektor zu arbeiten. Auch die Rolle von Berufsbildern wie Prozessanalysten oder Programmierern, die in anderen Branchen schon lange bedeutsam sind, wird in der Bauindustrie wichtiger werden.

4.2 Kooperative Vertragsmodelle

Die über Jahrzehnte gelebten konfrontativen Vertragsbeziehungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer führen zu immer suboptimaleren Ergebnissen, je komplexer ein Bauvorhaben wird. Dass die Kosten eines Projektes umso stärker günstig beeinflusst werden können, je früher die Zusammenarbeit beider Seiten beginnt, hat zunächst im angelsächsischen und dann auch im europäischen Bereich zur Akzeptanz von „Early Contracting“-Ansätzen geführt. Auch technische Innovationen erfordern die Anpassung von Vertragsgrundlagen.

Die Branche hat hierauf mit dem Schaffen von kooperativen Vertragsmodellen in Form von Partnering-Ansätzen wie dem STRABAG teamconcept reagiert. Deren Akzeptanz kann im angelsächsischen Raum als gesichert gelten, während sie in Europa nach Beobachtung des Verfassers von Westen nach Osten hin abnimmt. Ihre Anwendung konzentriert sich auf private Bauvorhaben, während im öffentlichen Bereich nur vereinzelt Pilotprojekte angestoßen werden. Partnering-Ansät-

ze, wie das STRABAG teamconcept, stellen keine festgefügte Vertragsform dar, sondern sind stets maßgeschneidert auf das einzelne Projekt mit einer Vielzahl alternativer Vertragsmodelle möglich. Diese reichen von einer Allianz zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, Cost plus Fee-Verträgen mit und ohne garantierten Maximalpreis bis hin zu klassischen Einheitspreis- oder Pauschalverträgen. Es liegt im Interesse aller Beteiligten, dass Partnering-Modelle eine weitere Verbreitung finden.

4.3 Die Bauproduktion: Planung/Vermessung, Ausführung und LEAN.construction

Erst seit kurzem – mit der Verfügbarkeit von Smartphones und Tablets – haben digitale Werkzeuge auf der Baustelle selbst spür- und sichtbar Einzug gehalten. Sie erlauben die eingängige Visualisierung auch von komplexen Datenmodellen. Laser und Drohnen revolutionieren die Vermessung. Immer mehr Apps finden Anwendung im täglichen Baubetrieb, sei es zur Dokumentation oder zur Steuerung von Prozessschritten. Die Nutzung von Echtzeitdaten aus Telematiksystemen ist Voraussetzung für eine optimale Gerätedisposition und einen reibungslosen Materialfluss. 3D-Druck unterschiedlicher baurelevanter Materialien ist bereits möglich. Der Lean-Ansatz aus der stationären Fertigung zur Vermeidung der Verschwendung von Zeit und Material wird zunehmend auf den Bau übertragen – teilweise ganz analog, teilweise digital unterstützt. Roboter scannen Innenräume und navigieren so Servicetechniker oder fragen Betriebszustände mittels eingebetteter Sensorik ab.

Perspektivisch können Erdbaugeräte modellbasiert gesteuert werden oder sensorbestückte Baumaschinen autonom agieren und kommunizieren. Grundrisse werden mittels Algorithmen und künstlicher Intelligenz ausgewertet und mit Trackingdaten der Nutzer verglichen. Aus Topologie-optimierten Bemessungen werden mittels selbstoptimierender Simulationen Entwurfspläne abgeleitet – das sogenannte „Generative Design“. Exoskelette können die Leistungsfähigkeit gewerblichen Personals steigern und gleichzeitig die Arbeitssicherheit und Gesundheit der Menschen verbessern. Nicht zuletzt stellt die bebaute Umwelt eine enorme Ressource persönlicher Daten dar, die bislang kaum genutzt wird.

4.4 Beschaffung und Logistik

Auch die Beschaffungsprozesse am Bau werden künftig zu einer immer stärkeren Vernetzung der Beteiligten führen.¹⁴ Digitalisierung fordert Standardisierung und Standardisierung fördert Vorfertigung. Ein steigender Vorfertigungsgrad erhöht naturgemäß die Logistikanforderungen deutlich. „Just in Time“-Produktion wird durch die Nutzung von Echtzeitdaten am Bau möglich.

Die absehbaren Veränderungen der Beschaffungs- und Logistikprozesse lassen ein „Amazon-construction“ denkbar erscheinen! Der Einsatz von Blockchain-Technologien erlaubt die digitale Abwicklung von Verträgen und Bestellungen und die verlässliche Handhabung vertraulicher Informationen. Auch im Logistikmanagement werden Lean-Methoden zu weiteren Optimierungen führen.

4.5 Neue Materialien

Viele Baustoffe haben eine lange – teilweise Jahrtausende alte – Geschichte. Heute erfordern sich erschöpfende Rohstoffquellen und steigende Ansprüche an die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden neue Entwicklungen bei Baumaterialien. Ein Beispiel ist die Nutzbarmachung von Wüstensand für die Ziegel- oder Betonherstellung. Holz- und Holzverbund-Werkstoffe ermöglichen Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen. Die Reduktion der CO₂-Intensität von Zement verbessert den ökologischen Fußabdruck.

Perspektivisch werden neue Materialeigenschaften auch zu neuen Angeboten der Bauwirtschaft führen können. Betone werden nicht nur tragende, sondern auch dämmende oder elektrische Eigenschaften aufweisen. Selbstheilender Beton gleicht kleinere Beschädigungen ohne zusätzliche Eingriffe aus, selbstleuchtender Asphalt – eine STRABAG-Entwicklung – macht bei Nacht sichere Fahrradwege ohne elektrische Beleuchtung möglich, Asphaltoberflächen mit photokatalytischen Eigenschaften bauen giftige Stickoxide ab. Aber auch in Bau-

¹⁴ Christian Harder/Norbert Pralle: Das Generalunternehmen von morgen – ein elektronischer Marktplatz, Bauingenieur – Organzeitschrift VDI-Bautechnik Jahresausgabe 2019/2020

stoffe integrierte Sensoren werden helfen, Bauzeiten zu optimieren und Bauzustände zu erkennen.

4.6 Projektbezogenes Risikomanagement

Bauvorhaben sind in den vergangenen zwanzig Jahren immer komplexer geworden – die technische Gebäudeausrüstung wird anspruchsvoller, die Fassadentechnik ausgefeilter. Solche Hightech-Gebäude und Ingenieurbauwerke sind mehr denn je Unikate. Mehr Komplexität verlangt nach mehr beteiligten Spezialisten. Damit erhöht sich auch das Konfliktpotenzial. Mehr Komplexität führt zu mehr Umplanungen, womit das Vertragssoll nicht unbedingt klarer wird.

All diese Faktoren machen das Risikoprofil eines modernen Bauvorhabens anspruchsvoller denn je. Durch ein aktives Risikomanagement werden Risiken und Chancen des Projekts erhoben, bewertet und gesteuert. Der klassische „Three Lines of Defense“-Ansatz sieht hierfür ein mehrstufiges Verfahren vor:

- Die erste Verteidigungslinie bildet das operative Management, das für die Identifikation, Analyse, Bewertung, Steuerung sowie Überwachung von Risiken und Chancen zuständig ist.
- Die zweite Verteidigungslinie dient der Unterstützung des operativen Managements bei der Risikoüberwachung und ist als „Systemführer“ in einer Zentralfunktion angesiedelt.
- Die dritte Verteidigungslinie umfasst die interne Revision als objektive und unabhängige (technische und kaufmännische) Prüfungs- und Beratungsinstanz für die Risikobeurteilung.

Dem Umstand, dass ein großer Teil von Problemursachen erfahrungsgemäß vor Hereinnahme eines Auftrages gesetzt wird, trägt die Schaffung von operativen Gremien zur Selektion von Projekten Rechnung („Preiskommission“). Ein effizientes Monitoring wird erst durch einheitlich definierte Kennzahlen und Mehrjahresvergleiche im Rahmen eines zentralen Managementinformationssystems als „Single

Source of Truth“ möglich. Auch das projektbezogene Risikomanagement wird durch BIM-Anwendung deutlich gefördert – schafft sie doch Daten-Transparenz und zeitnahe Informationen.

4.7 Daten: BIM 5D[®], Vernetzte Baustelle

Die Digitalisierung der Bauprozesse wird im STRABAG-Konzern mit zwei langfristig anlegten, interdisziplinären Projekten vorangetrieben: Im Hoch- und Ingenieurbau liegt der Schwerpunkt auf BIM 5D[®], wobei 5D[®] für die zusätzlichen Dimensionen steht, die der virtuelle Zwilling eines Bauprojektes digital abbilden muss, also neben Höhe, Länge und Breite (3D) noch (mindestens) Mengen, Zeit und Kosten. Hingegen liegt der Schwerpunkt der „Vernetzten Baustelle“ auf dem Straßenbau und der möglichst reibungslosen Disposition von Gerät, Material und Personal.

Ziel ist es, den Berechtigten jederzeit qualifizierten Zugriff auf alle benötigten Daten aus Projekten zu gewährleisten und die Daten durchgängig und umfassend Cloud-basiert zur Verfügung zu halten. Dies leistet nicht eine Software-Lösung. Die notwendige Verknüpfung zahlreicher Anwendungen stellt sich als besondere Herausforderung dar. Unterschiedliche Erwartungen von Kunden hinsichtlich zu benutzender Software erschweren die Auswahl weiter. Die Verknüpfung von kaufmännischen und technischen Daten eines Projektes miteinander ist ebenfalls herausfordernd.

Perspektivisch wird ein Bauprojekt über eine digitale Plattform abgewickelt, so dass Papierbelege der Vergangenheit angehören. Durch die Integration von und den Datenaustausch zwischen Projektbeteiligten werden sich neue Standards ergeben. Auch die Datenanalyse mit Hilfe künstlicher Intelligenz kann zu neuen Erkenntnissen führen. Unausweichlich wird es zu einer massiven Aggregation von Projektdaten in umfangreichen Baudatenbanken kommen. Um den Zugang zu diesen Daten kann sich zwischen Prozessbeteiligten, Cloud-Anbietern und Software-Lieferanten ein harter Wettbewerb entwickeln. Wer aus den riesigen Datenmengen der Zukunft das beste Geschäftsmodell entwickeln kann, wird das künftige Aussehen des Baugeschehens bestimmen.

5 AUSBLICK

Die Transformation der Bauindustrie wird von mehreren Trends beeinflusst, die für die Branche auf absehbare Zeit überwiegend in eine positive Richtung weisen. Es ist nach Überzeugung des Verfassers jedenfalls verkürzt, die Treiber der Veränderung im Bausektor auf die Digitalisierung zu reduzieren. Vielmehr ist ein ganzes Bündel von Treibern der Transformation zu erkennen, die allerdings zum großen Teil vom Megatrend der Digitalisierung beeinflusst werden. Kurzfristig sind disruptive Entwicklungen, wie sie beispielsweise Banken und Versicherungen erfahren oder sich für die Automobilindustrie abzeichnen, im Bausektor nicht abzusehen. Es gibt aber durchaus Stimmen, die durch BIM und die Verlagerung von Entscheidungsprozessen nach vorne einen Bedeutungsverlust der Bauunternehmen vorhersagen.¹⁵

Ob dies tatsächlich so geschieht und andere Marktteilnehmer – wie etwa Amazon weite Teile des Einzelhandels – künftig das Gewicht eines Generalunternehmers beim Bau übernehmen, wird entscheidend davon abhängen, wie entschlossen sich der Sektor den geschilderten Herausforderungen stellt. Die Antwort der STRABAG ist die Schaffung des ersten Vorstandsressorts „Digitalisierung, Unternehmensentwicklung und Innovation“ in der Branche.

¹⁵ Roland Berger: Turning Point for the Construction Industry – The Disruptive Impact of Building Information Modeling (BIM), September 2017, p. 11

Mosey

Improving integration and efficiency:

an international breakthrough

Professor David Mosey PhD

King's College London

1 INTRODUCTION

Much of the intellectual energy of lawyers and other professional advisers in the construction sector is devoted to the resolution of disputes, which add no value for clients and discourage innovation by the industry. By the time a project starts on site, the die is already cast for many of the typical causes of these disputes, for example poor tender documents, incomplete or late designs, inadequate site investigations or unrealistic deadlines. Therefore, we need to examine how the potential causes of disputes can be addressed by new contractual commitments that ensure earlier project planning, better integration of roles and learning from project to project.

From 2012 to 2016 King's College Centre of Construction Law worked as "lead mentor", with the UK Cabinet Office and Constructing Excellence¹, on Trial Projects which examined ways in which early contractor involvement, alliances and building information modelling ('BIM') can contribute to improved project outcomes.²

Several of these Trial Projects integrated the team and improved the quality and reliability of their cost/time/design/risk data through the medium of a collaborative project alliance governed by the PPC2000 integrated, two-stage construction contract³. Another medium for Trial Project team integration and improved value was the use of a collaborative framework, and this has led to publication by King's College London and the UK Association of Consultant Architects of the multi-project FAC-1 "framework alliance contract"⁴. PPC2000 and FAC-1 are

¹ A UK construction sector best practice organisation- <http://constructingexcellence.org.uk/>

² Project Procurement and Delivery Guidance: Using Two Stage Open Book and Supply Chain Collaboration (July 2014), Cabinet Office and King's College London: <https://www.gov.uk/government/publications/two-stage-open-book>

³ PPC2000 Form of Project Partnering Contract (amended 2013), the Association of Consultant Architects, Kent

⁴ A framework agreement is "an agreement between one or more contracting authorities and one or more economic operators, the purpose of which is to establish the terms governing contracts to be awarded during a given period, in particular with regard to price and, where appropriate, the quantity envisaged". Regulation 33 Public Contracts Regulations 2015

designed to provide a contractual medium for:

- planned early engagement with consultants, main contractors, sub-contractors and suppliers in advance of a project commencing on site
- agreeing improved value with supply chain members
- integrating the work of clients, consultants and contractors under a multi-party alliance
- joint objectives and performance measurement linked to agreed incentives
- in the case of FAC-1, learning and improvement from one project to another
- creating systems that work in any jurisdiction⁵ and, in the case of FAC-1, in conjunction with any form of construction or engineering contract.

PPC 2000 has been translated for publication in German and the translation is available at <https://shop.bundesanzeiger-verlag.de/bau-und-architektenrecht-hoai/ppc-international-e-book/>. FAC-1 has been translated and adapted for publication in German and also in Portuguese (in Brazil), Bulgarian and Italian. Licences have been granted for translations of FAC-1 into Russian and into Spanish (for use in Peru and Chile). Further guidance on FAC-1 is available at www.allianceforms.co.uk, with details of early case studies and FAC-1 adoption on procurements totalling over £42 billion since publication.

Early uses of FAC-1 in Italy include as a BIM integrator on a school project and

⁵ Consultation on the potential role and value of FAC-1 as a framework alliance contract was undertaken across 14 common law and civil law jurisdictions, and translations are being prepared for the use of FAC-1 in four civil law jurisdictions. Consultation on FAC-1 included collation and review of comments on drafts by over 120 organisations including over 50 lawyers. Details of all FAC-1 consultation group members and selected quotes appear at www.allianceforms.co.uk

as a proposed integrator for a public private partnership for a University development project. FAC-1 has also been accepted for use in Germany as an integrator of supply chain relationships and added-value processes on one Government project and one private sector project. In addition, the European Bank for Reconstruction and Development has obtained a briefing on FAC-1 and has decided to review its potential value under pilots with selected clients, linked to the project contract forms used in their respective jurisdictions. Its first FAC-1 pilot is a mining project in Kazakhstan. The development of FAC-1 draws on other research into construction procurement⁶ models where contractor team members are appointed early in order to achieve greater efficiency. This research has included:

- analysis of single project two stage multi-party contracts such as PPC2000
- trialling of bespoke multi-party frameworks and alliances⁷
- trialling of the “Two Stage Open Book” procurement model recommended by the UK Government and the related system of “Supply Chain Collaboration”⁸, with guidance based on analysis of those trials⁹
- research into the links between procurement, contracts and building information modelling (“BIM”)¹⁰.

⁶ For the purpose of this paper “procurement” describes the process and timing of selecting team members, integrating their roles and organising their work

⁷ or example, the case studies that appear in “Early Contractor Involvement in Building Procurement”, Mosey D., Wiley 2009 and in the Effectiveness of Frameworks Report, part of the UK Government Procurement/Lean Client Task Group Report 2012

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61157/Procurement-and-Lean-Client-Group-Final-Report-v2.pdf

⁸ <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy-trial-projects>

⁹ “Project Procurement and Delivery Guidance: Using Two Stage Open Book and Supply Chain Collaboration”, July 2014, Cabinet Office and King’s College London

¹⁰ Enabling BIM Through Procurement and Contracts, Mosey D., Howard C. and Bahram D. 2016 at <http://www.kcl.ac.uk/law/research/centres/construction/about.aspx>

2 PPC 2000 AND PPC INTERNATIONAL

PPC 2000 creates a two-stage contract for a single project which comes into effect as a conditional planning contract at a point when the risks and responsibilities assumed by the parties are not fully known. Arup in their report to the UK Office of Government Commerce (OGC) observed that PPC 2000 “is based on a two-stage tendering process whereby time and cost data is developed incrementally and reported on an open-book basis. This means that there can be a focus on value at all material points and the contract can still enable the parties to withdraw if the value profile is not satisfactory”¹¹.

PPC 2000 has been successfully used in the UK on a wide variety of projects, with extensive evidence of savings and other improved value and with hardly any recorded disputes¹². An international version of PPC 2000 known as “*PPC International*”, with no references to English law, was published in 2007.

PPC 2000 and PPC International describe the means and timescales whereby additional design, cost and supply chain details are completed to an extent that is sufficient for the parties to agree that the project should proceed to construction¹³, and expressly they provide for the early appointment of the main contractor as part of an integrated team. Arup describe the PPC contract processes as “a procurement system that provides the processes and mechanisms for planning, procurement and delivery of construction works. The system is based on the application of a number of processes and it is essential that the processes stated are applied.”¹⁴

PPC2000 has been used, unamended, as the basis for integrating the teams

¹¹ Arup (2008): Partnering Contract Review for Office of Government Commerce. Arup, London, 25 September 2008, 37

¹² For example, see case studies at <http://ppc2000.co.uk/pdfs/10yearsofPPC.pdf>.

¹³ PPC2000 clauses 8, 12, 14 and 15

¹⁴ Arup (2008), 37

and processes that support numerous projects adopting BIM. Using PPC 2000 with BIM, the Cookham Wood team in achieving agreed cost savings of 20 %, in reducing their construction programme reduced from 50 to 44 weeks (with a consequent saving of £ 85,000 in time-related site overheads) and in a range of agreed design improvements.¹⁵ The North Wales Prison team used the same approach under PPC 2000 to deliver 26 % agreed post-tender cost savings and other improved value, including a reduced footprint for the entry building and energy centre using lessons learned from the earlier alliance Oakwood prison project, plus value engineering to adopt an alternative lighting solution previously used on alliance projects in Scotland.¹⁶

Preconstruction phase processes also need to establish the parameters of any flexibility that the parties can allow in adjusting their expectations, and to establish a forum at which matters requiring flexibility can be considered by the parties with a view to reaching agreement.¹⁷ If the completed preconstruction phase processes lead to results that exceed the agreed parameters of cost, design, time or risk flexibility, or if such processes cannot be completed, there also needs to be provision in a preconstruction phase contract for abandoning the project and agreeing the consequent rights and entitlements of the parties.¹⁸

¹⁵ <https://www.gov.uk/government/publications/procurement-trial-case-study-cookham-wood-prison>

¹⁶ http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2015/12/Trial-Projects-North-Wales-Prison-Case-Study_Final.pdf

¹⁷ For example using the “Core Group” provided for in PPC2000 clause 3.

¹⁸ For example, PPC2000 clause 26.1 provides a right for the client to terminate the preconstruction phase agreement if any of the agreed preconditions are not satisfied for the construction phase to proceed or “for any other reason not reasonably foreseeable by the Client”, and restricts the other project team members’ entitlements in this event to previously agreed amounts due in respect of preconstruction phase activities carried out prior to the date of termination.

3 FRAMEWORK ALLIANCES

A framework alliance contract can strengthen the detailed preconstruction phase planning for each project, so that individual building contracts for specific projects are created only once preconstruction phase processes have been satisfactorily completed. In this way, the framework alliance contract acts as the preconstruction phase contract for each project under which agreed activities for design development, price and supply chain development, joint risk management and agreement of a construction phase programme are undertaken.

Because a framework alliance contract gives rise to the prospect of a series of projects, the safeguarding of a party's reputation linked to the award of future projects is likely to support commitment to the required relationship. A 2012 cross-industry UK working group collected evidence from key central government departments and the wider public sector and reported that benefits from the use of effective frameworks include:

- delivering sustainable efficiency savings
- reduction in consultancy and construction costs
- delivery of projects closer to target cost and time
- reduction of disputes, claims and litigation
- high client satisfaction rates
- high proportion of value of work undertaken by small and medium-sized enterprises
- high proportion of local labour and sub-contractors
- high take-up of government initiatives e.g. fair payment, apprenticeships
- high proportion of construction, demolition and excavation waste diver-

ted from landfill

- good health and safety performance against national average¹⁹

Successful multi-party framework alliance contracts include those established by the UK Ministry of Justice which are reported to have achieved reduced operating costs of £10 million, reduced burden on industry of £30 million and procurement risk mitigation of £2 million, in all cases by means of:

- *Solid governance structure through a Strategic Core Group comprising representatives from the Ministry of Justice and the Alliance suppliers*
- *Standardised suite of processes and contract templates... used to ensure consistency and ease of use*
- *“Early engagement of the supply chain... encouraged by the two stage approach”.*²⁰

Another example of a successful multi-party framework alliance was the SCMG £200 million multi-party housing framework alliance which achieved post-tender “savings averaging 14%” plus:

- *“Reduced risks, costs savings and time savings through accelerated constructor/supply chain briefing”*
- *“Subcontractor/supplier innovations in proposed new materials and specifications” and exchange of best practice between specialist competitors*
- *“Improved repair and maintenance” and “more sustainable solutions”*

¹⁹ https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61157/Procurement-and-Lean-Client-Group-Final-Report-v2.pdf

²⁰ https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61157/Procurement-and-Lean-Client-Group-Final-Report-v2.pdf

- *“Development of opportunities for local tier 2/3 sub-contractors and suppliers ... across 30 different disciplines”*
- *Lower bid costs for other alliance members, “specifically £ 719 per million of turnover (under SCMG) as against £ 4,808 per million of turnover (under the comparable traditional bid)”.*²¹

4 THE FAC-1 FRAMEWORK ALLIANCE CONTRACT

The National Association of Construction Frameworks reported in 2016 that: *“significant savings, benefits and other efficiencies in construction can be achieved by effective frameworks through the longer-term arrangements, non-adversarial relationships, common incentives, integrated teams and objective assessment of performance associated with such frameworks.”*²² These opportunities are open to both the public and the private sectors.

However, a 2012 cross-industry UK working group found that *“the general lack of standard-form framework arrangements makes it difficult for clients to procure frameworks on a consistent basis”*.²³ In order to fill this gap, King’s College London Centre of Construction Law led drafting and consultation on the FAC-1 Framework Alliance Contract as a new standard form. FAC-1 contains processes drawn from a range of successful bespoke frameworks, and combines these with the collaborative features of an alliance contract. It is designed to integrate any number of related two-party contracts or related projects for works or services or supplies.

²¹ <https://www.gov.uk/government/publications/procurement-trial-case-study-social-housing-refurbishment>.

²² Effective Construction Frameworks (2016), report by the Local Government Association and the National Association of Construction Frameworks <http://www.nacframework.org.uk/docs/LGA%20Effective%20Construction%20Frameworks%20January%202016.pdf>

²³ https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61157/Procurement-and-Lean-Client-Group-Final-Report-v2.pdf

FAC-1 has been endorsed by the UK Construction Industry Council²⁴ and by Constructing Excellence. Its principal features are:

- a multi-party structure connecting alliance members that include the client, an in-house or external alliance manager and any combination of selected consultants, contractors, suppliers and providers, with a facility to add additional alliance members by agreement at any time
- clarity as to the reasons why the framework alliance is being created, stating its agreed objectives, success measures, targets and incentives together with agreed exit routes if agreed targets are not fulfilled²⁵
- the procedures by which work will be awarded to alliance members, whether under a direct award procedure or a competitive award procedure and also under early standard form orders²⁶
- provision for agreed template project documents that include any one or more forms of project contract in any jurisdiction²⁷
- provision for the ways in which the alliance members agree to seek improved value, working together through agreed alliance activities in accordance with an agreed timetable²⁸
- systems for alliance members to manage risks and avoid disputes using a shared risk register, governance by a core group of agreed individuals, early warning and options for an independent adviser and alterna-

²⁴The representative forum for professional bodies, research organisations and specialist business associations in the United Kingdom construction industry- <http://cic.org.uk/about-us/>

²⁵ FAC-1 clauses 2 and 14.2 and Schedule 1

²⁶ FAC-1 clauses 4, 5 and 7, Schedule 4 and Appendix 3

²⁷ FAC-1 clause 5 and Schedule 5

²⁸ FAC-1 clause 6 and Schedule 2

tive dispute resolution ²⁹

- flexibility to include particular legal requirements and special terms required for any sector and in any jurisdiction ³⁰

FAC-1 states whether or not a client offers any exclusivity or minimum value of work.³¹ Under its multi-party structure the alliance members have a shared system of open performance measurement and rewards by reference to the agreed objectives, success measures, targets and incentives.³² It is important for contractors and other providers to understand how these objectives and success measures may affect the future award of work, and FAC-1 provides for clarity as to which targets are so important that a failure to meet them will require urgent action and may ultimately determine whether the framework appointment may be terminated.³³ An early warning system enables notification to the core group of the reasons behind any issues or obstacles that are encountered.³⁴

It is critical to create a system for joint management of risks under a framework alliance contract. The FAC-1 risk register is kept up to date by the alliance manager for approval by the core group.³⁵ The core group also acts as a forum through which alliance members can raise issues with each other in order to resolve problems before they become disputes.³⁶

²⁹ FAC-1 clauses 1, 3.3, 9 and 15 and Schedule 3

³⁰ FAC-1 clause 13 and Schedule 6

³¹ FAC-1 clauses 5.6 and 5.7

³² FAC-1 Schedule 1

³³ FAC-1 Schedule 1 and clause 14.2 1

³⁴ FAC-1 clause 1.8

³⁵ FAC-1 clause 9.4 and Schedule 3

³⁶ FAC-1 clauses 1.6, 1.7 and 15.1

5 FAC-1 VERSATILITY

FAC-1 is intended to be compatible with any combination of standard form project contract conditions, including those typically used in the UK³⁷ or in any other jurisdiction.³⁸ Cross-reference to the applicable project contract conditions is included in the FAC-1 template project documents.³⁹

FAC-1 is intended to be compatible with any project procurement model under its direct award procedure and competitive award procedure. For example, it can support:

- traditional or design and build or construction management, with any level or combination of contributions from design consultants, tier 1 contractors and tier 2/3 sub-contractors and suppliers
- integration of activities under related project contracts
- integration of the capital and operational phases of each project.

Proposals and prices are submitted by alliance members and at the time of their appointment under FAC-1 and are confidential as between the client, the alliance manager and the alliance member who submits them.⁴⁰ There is an option for framework prices to identify profit and overheads separate from other costs⁴¹, and this can ensure that alliance members proposing cost savings do not erode their own margins.

³⁷ For example, any of the ICC, JCT, NEC and PPC contract forms, sub-contracts, term contracts and related consultant appointments

³⁸ For example, any of the FIDIC contract forms and corresponding consultant appointments

³⁹ FAC-1 clause 5.3 and Schedule 5

⁴⁰ FAC-1 clause 13.3.2

⁴¹ FAC-1 clause 4.3

6 SUPPLY CHAIN COLLABORATION

A major problem arises if a framework contract does not create the conditions most likely to achieve the results that the client wants. The failure of a framework alliance is a client failure too, and re-procurement creates huge costs for the client and the bidders. Therefore, it is worth building into a framework alliance contract the commitment of all parties to implement specific activities that are designed to improve value.

FAC-1 introduces the procedure of “Supply Chain Collaboration”⁴², by which one or more clients work with one or more tier 1 contractors to review the selection and appointment of subcontractors and suppliers. This is a binding procedure if set out in the FAC-1 timetable. However, because it is led by contractors, Supply Chain Collaboration does not compromise the contractor warranties and does not require additional client-led procurements.⁴³ An agreed Supply Chain Collaboration procedure can lead to longer term, larger scale sub-contracts that attract reduced costs, improved warranties and improved social value. For example, Surrey County Council used Supply Chain Collaboration on a highways alliance in order to identify and agree of 15% post-tender cost savings and the following improvements in quality and sustainability:

- *“Improved whole life value, including agreement of a ten-year warranty for material and pavement design”*
- *“Improved quality control through joint risk assessments and integrated team agreement of appropriate surface treatments and monitoring work on site”*
- *“Improved apprentice commitments”*

⁴² FAC-1 clause 6.3

⁴³ If a UK public sector client directly selects a subcontractor or supplier, then this selection process must follow one of the procedures set out in the Public Contracts Regulations 2015.

- *“Lean programming of individual tasks leading to time savings”*
- *“Innovation through collaborative working, for example to increase recycling and reduce landfill”⁴⁴.*

7 EARLY USERS AND TRANSLATORS OF FAC-1

In the first year since its publication FAC-1 has been adopted on UK procurements totalling over £42 billion and governing a wide range of works and services. For example, Futures Housing Group used FAC-1 to integrate the work of 23 small contractors under a £40 million works programme, saving an average of 9% against previous prices. Futures combined this with new initiatives for training and employment, for rapid payment and for discounted access to building supplies from Travis Perkins.

In the private sector FAC-1 has been adopted by the UK Football Foundation, Sport England and the Football Association to integrate the work of five contractors and modular suppliers with two consultant firms under a £150 million national programme for construction of new sports ground changing rooms. FAC-1 has also been used on all sub-structure and infrastructure frameworks procured by the developers of Graven Hill, the largest self-build programme in the UK.

The first UK local government user of FAC-1 is London Borough of Greenwich on a £20 million programme of mechanical and electrical works, while the nationwide LHC local government consortium have adopted FAC-1 to procure programmes of schools and community buildings worth £5.5 billion in England and Wales and £800 million in Scotland. Other large-scale framework alliances set up under FAC-1 include a £150 million maintenance programme awarded by AmicusHorizon to Axis Europe, Keepmoat, Kier Services, Mears and Osborne,

⁴⁴ <https://www.gov.uk/government/publications/procurement-trial-case-study-report-highways-maintenance>

and £40 million of new build projects procured by North Devon Homes. The smallest FAC-1 programme so far is a £ 7.5 million procurement by Southern Housing Group.

An interesting use of FAC-1 is by the UK Crown Commercial Service on their £2.8 billion national frameworks of project managers and architects, where the appointed firms will enter into FAC-1 contracts with each other in order to agree ways to deliver better value services to their Government clients. Crown Commercial Service have gone on to use FAC-1 for their £ 1.2 billion modular programme and their £30 billion contractor frameworks.

Each jurisdiction develops its own procurement models and standard form building contracts, recognising the requirements of national law as well as practices prevailing in the national commercial environment. FAC-1 is intended to be usable in any country under any legal system, and provides for its contract terms to be supplemented or amended by particular legal requirements in order to comply with the laws of the jurisdiction stated in the framework alliance agreement.⁴⁵

8 FAC-1 AND BIM

BIM seeks to integrate the work of different team members and the learning gained on successive projects, and it sits well alongside contracts such as PPC2000 and FAC-1. BIM also seeks to integrate capital and operational activities undertaken on one or more projects so as to create an efficient basis for comprehensive lifecycle asset management.⁴⁶

⁴⁵ FAC-1 Schedule 6 Part 1 and clause 13.4

⁴⁶ "Level 3-and the move to a fully digitised construction economy-will require new methods of engagement. Key areas will include the drive for more manufactured solutions and the need to provide assets which are far more functionally effective than we see today"- Mark Bew, Introduction to Enabling BIM Through Procurement and Contracts, 4

Successful use of BIM is closely linked to the interfaces and systems established in a procurement model and in the relevant contract terms, and leading BIM trial projects have already used a multi-party framework alliance contract.⁴⁷ Research suggests that there is a place for a contract with the features of FAC-1 in supporting the BIM interfaces between related two party contracts⁴⁸, and this was a decisive factor for the University of Milan when agreeing to create an Italian translation of FAC-1, as illustrated through the adoption of this form as a contractual integrator of BIM contributions on the Liscate School project in Milan.

8 FAC-1 ADDITIONAL MATERIALS

Regular updates are provided on the FAC-1 website www.allianceforms.co.uk.

Detailed analysis of FAC-1 and guidance on how to use it in practice are set out in “*Collaborative Construction Procurement and Improved Value*” (Wiley 2019).

This book describes the research that underpins FAC-1 and summarises numerous case studies. It reviews specific provisions and their approach to:

- Cost and quality criteria for selection of *Alliance Members*
- *Objectives, Success Measures and Incentives*
- Decision-making through the *Core Group* and development of a collaborative culture

⁴⁷ <https://www.gov.uk/government/publications/procurement-trial-case-study-cookham-wood-prison>;

http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2015/12/Trial-Projects-North-Wales-Prison-Case-Study_Final.pdf

- Award of work and interfaces with *Project Contracts*
- Engagement with *Stakeholders*
- *Supply Chain Collaboration and other Alliance Activities designed to achieve Improved Value*
- *BIM and related Intellectual Property Rights*
- Prices and payment
- Collaborative change and *Risk Management*
- Problem- solving and alternative dispute resolution.

This book also includes tables illustrating how to complete FAC-1 and explains the amendments made in the Bulgarian, German, Italian and Portuguese translations.

A series of videos exploring the varied uses of FAC-1 include:

- How Can the Law Improve Construction Projects? https://www.youtube.com/watch?v=TN_QBeg_7Pk
- What is the Impact of FAC-1 on Construction? <https://www.youtube.com/watch?v=NmvETRmJFEE>
- How can FAC-1 improve value and safety on housing projects? <https://www.youtube.com/watch?v=o6LxJsNlo4U>
- How has FAC-1 helped deliver better value highways? <https://www.youtube.com/watch?v=ucX6TUoyZIA>
- Delivering a BIM alliance in Milan <https://www.youtube.com/watch?v=g1hLNEAVOLU>

SESSION 1

„Bauverfahren und Projekte“

Wandel im Bauprozess zu Systematisierung und Modularisierung

Bauen mit weniger Ressourcen:
„Mehr Nutzen für mehr Menschen“

Dipl.-Ing. Harald Professner, MBA

Rhomberg Holding GmbH

1 ABSTRACT

In der Klimadebatte wird heutzutage der Bau- und Immobilienbereich so gut wie nie thematisiert. Erstaunlich, wenn man bedenkt, dass die globale Baubranche zwischen 30 und 40 Prozent des heutigen Ressourcen- und Energieverbrauchs, 60 Prozent der weltweiten Transporte, 40 Prozent des momentanen Abfallaufkommens und 30 Prozent aller energierelevanten Treibhausgasemissionen verantwortet.

Das liegt vor allem an tradierten Bauprozessen, die bislang noch zu wenig von Zukunftsthemen wie der Digitalisierung oder der Ressourceneffizienz profitieren. Der Autor plädiert daher dafür, die Art und Weise, wie Gebäude errichtet und betrieben werden, komplett neu zu denken: weg vom Prototypenbau und hin zur Lebenszyklusbetrachtung, dem digitalen Zwilling, dem Systembau mit Holz-Hybridmodulen und einer umfassenden Online-Plattform. Nur mit solch disruptiven, substanziellen Veränderungen kann sich die Baubranche zukunftsfähig transformieren, bevor das jemand anders tut.

2 EINLEITUNG

Durch die Produktion und den Konsum von Produkten und Dienstleistungen in den vergangenen Jahrzehnten sind ein massiver Ressourcenverbrauch und immense Umweltbelastungen zu beobachten. Die Bereitstellung von physischen Gütern und Dienstleistungen ist immer mit dem Verbrauch natürlicher Ressourcen wie erneuerbaren und nicht erneuerbaren Rohstoffen, Energie oder Wasser verbunden. Viele der gegenwärtigen Umweltprobleme, allen voran der Klimawandel, entstehen durch die Nutzung einer zu großen Menge an natürlichen Ressourcen in Produktion und Konsum. Eine Veränderung der Muster in der natürlichen Ressourcennutzung ist daher auf dem Weg einer nachhaltigen Entwicklung unabdingbar.

Erstaunlicherweise ist festzustellen, dass in sämtlichen Klimadebatten das Thema «Bau und Gebäude» kaum diskutiert wird. Dabei verantwortet und verursacht die globale Baubranche gemäß „United Nations Environment Programme“ (UNEP) mit ihrer herkömmlichen Bauweise zwischen 30 und 40 Prozent des heutigen Ressourcen- und Energieverbrauchs, 60 Prozent der weltweiten Transporte, 40 Prozent des momentanen Abfallaufkommens und 30 Prozent aller energierelevanten Treibhausgasemissionen (GHG) (UNEP, Sustainable Buildings and Climate Initiative, 2011).

Auch in Deutschland werden nach aktuellen Angaben des Umweltbundesamtes zirka 35 Prozent des Endenergieverbrauchs und etwa 30 Prozent der CO₂-Emissionen rein durch Gebäude verursacht. Die Stiftung Mercator hat unter anderem errechnet, dass sich bis 2050 diese Werte ohne entsprechende Gegenmaßnahmen mindestens verdoppeln, wenn nicht sogar verdreifachen könnten. Laut UNEP lebt momentan bereits rund die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten. In 20 Jahren werden es nach dessen Berechnungen in etwa zwei Drittel sein. Städte verbrauchen derzeit circa 75 Prozent der weltweiten natürlichen Ressourcen, 80 Prozent der weltweit erzeugten Energie und produzieren in etwa 75 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen. (UNEP, Cities and Buildings, 2013) Mit seinem Bericht „The Limits to Growth“ weckte der Club of Rome¹ bereits 1972 das Bewusstsein für die Notwendigkeit, die natürliche Umwelt, die Lebensgrundlage aller Lebewesen, zu schonen. Die Weltwirtschafts- und Klimakommission hat prognostiziert, dass der Bausektor bis 2050 weltweit weitere 470 Milliarden Tonnen CO₂ ausstoßen wird. Dabei geht es aber nicht nur um jenes für den Treibhauseffekt verantwortliche CO₂, das in der Atmosphäre gerade mal 0,038 Prozent ausmacht, sondern vor allem um die nachhaltige Verwendung von Ressourcen und deren Wiederverwendbarkeit. Wenn man bedenkt, dass wir 200 Länder mit eigenen Regierungen auf unserem Planeten Erde haben, aber nur eine gemeinsame Rohstoffquelle an natürlichen Ressourcen, könnte der notwendige Bedarf mittelfristig ein ernst zu nehmendes globales Problem werden.

Um den CO₂-Ausstoß schleunigst im großen Umfang zu verringern und gleichzeitig die nachhaltige Verwendung von Rohstoffen zu steigern, muss daher das

¹ <http://www.clubofrome.org> , (abgerufen: 24.5.2015)

Bauen im herkömmlichen Sinne umgehend und komplett neu überdacht werden. Weltweit findet ein kultureller, ökologischer und ökonomischer Veränderungsprozess statt, bei dem Arbeiten, Wohnen und Leben für die Menschen nur mit innovativen Technologien und ökologischen Konzepten zu bewältigen ist. Wenn es um die Planung und Gestaltung der Veränderung der menschlichen Lebensräume geht, sind Architektur und Bauwirtschaft gefordert. Lediglich bestehende Prozesse zu modernisieren und beispielsweise den klassischen Bauablauf zu digitalisieren – was heutzutage noch viel zu oft unter BIM, also dem Building Information Modeling, verstanden wird –, reicht dafür nicht aus. Vielmehr muss das „Bauen“, so wie wir es heute kennen, völlig neu gedacht werden. Ziel ist es, eine digitale Plattform zu kreieren, auf der alle relevanten Informationen zu Bauprojekten, behördlichen Vorgaben, Baumaterialien, Bauteilen, Baubeteiligten gesammelt werden, verfügbar sind und vor allem gemeinschaftlich weiterentwickelt und erweitert werden.

2.1. Entwicklung des Bauens

In der Literatur geht man davon aus, dass die Geschichte der Architektur dem der Menschheitsgeschichte entspricht. Das Bauen wurde seither stets von religiösen, politischen und gesellschaftlichen Einflüssen geprägt. Die Historie des Bauens ist folglich stark mit dem Handwerk verbunden. Jedes Bauwerk stellt jeweils einen individuellen Prototyp dar, wofür immer wieder neue Arbeitsgemeinschaften – entsprechend den unterschiedlichen Bedingungen – gebildet werden. Aus dieser netzwerkartigen Zusammenarbeit von unterschiedlichen Betrieben in jeweils unterschiedlicher Konstellation, hat sich die Kultur des Bauens und Problemlösens in der Vergangenheit sukzessive entwickelt. Bedingt durch die seit dem 16. Jahrhundert stark wachsende Weltbevölkerung von 0,5 Milliarden auf zwischenzeitlich zirka 7 Milliarden Einwohner, ist der weltweite Bedarf an öffentlichen und privaten Gebäuden entsprechend stark gestiegen.

2.2. Die Bauwirtschaft

Die Bauwirtschaft hatte in den Jahren 2006 – 2015 einen Anteil von 4,7 Prozent der deutschen Bruttowertschöpfung (Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., 2015) Im Vergleich zu andern Branchen – Pharmazie, Dienstleistung, Tourismus, Maschinenbau, etc.- verfügt die Baubranche bekanntlich weder über einen

sehr guten Ruf noch über entsprechende Prominenz. Im August 2013 veröffentlichte Deloitte eine Studie (Deloitte, 2013), die zeigt, dass die durchschnittliche EBIT-Marge im Baugeschäft gerade mal bei 2,6 Prozent liegt. Der europäische Baumarkt (EU-27) war 2012 mit Investitionen von 1.321 Milliarden Euro weltweit der mit Abstand bedeutendste. Das Volumen entsprach dem der Baumärkte der USA plus Japan. Die durchschnittliche Betriebsgrösse von deutschen Baufirmen lag 2009 bei 6,67 Mitarbeitern, was im Vergleich zu den anderen Staaten einen durchaus hohen Wert darstellt. Wenn man berücksichtigt, dass die Leistung der Planung und Ausführung weitestgehend komplett voneinander getrennt sind, bleibt für die Unternehmungen leider sehr wenig finanzieller Spielraum für entsprechend notwendige Innovationen und Entwicklungen. Bedingt durch die Struktur und der durchschnittlichen Betriebsgrösse von knapp sieben Mitarbeitern, ist ein grosser Teil der Betriebe noch immer sehr stark handwerklich geprägt. Laut Informationen der Bundesagentur für Arbeit (Bundesagentur für Arbeit - Statistik, 2016) waren in Deutschland im Jahr 2015 von circa 1,03 Mio. Ingenieurfachkräften circa 226.000 Ingenieure im Bereich Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik tätig, was einem Anteil von 21,9 Prozent entspricht. Der wesentliche Teil davon ist dem Bereich Planung zugeordnet, sodass das Gewerbe nur über einen relativ kleinen Anteil an akademischen ausgebildeten Mitarbeitern verfügt, die zudem - im Vergleich zu anderen Industrien - noch keine entsprechende industrielle Form, beziehungsweise Ausrichtung angenommen hat. Hinzu kommt, dass in den letzten Jahrzehnten in der Bauindustrie leider ein kontinuierlicher Produktivitätsrückgang (McKinsey&Company, 2017) beobachtet werden konnte. Verglichen mit anderen Industriezweigen ist dieser Rückgang noch signifikanter, da diese im gleichen Zeitraum ihre Produktivität steigern konnten. Da die Bauindustrie in Europa mit über 1,2 Billionen Euro etwa 10 Prozent des Bruttoinlandsproduktes (BIP) aller EU-Staaten ausmacht (European Construction Industry Federation, 2015), werden sich die Länder, die ihr BIP sichern oder sogar steigern möchten, neuer Herausforderungen stellen müssen. Es ist daher davon auszugehen, dass im Baubereich ein enormes Entwicklungspotential vorhanden ist.

3. BAUEN HEUTE

Das Bauen findet heute national und international weitestgehend nach dem gleichen Schema statt. Man unterscheidet zum einen zwischen öffentlichen und nicht-öffentlichen Auftraggebern und zum anderen nach dem zu erbringenden Leistungsumfang. Ohne nun auf die unterschiedlichen Vertragsformen und die damit verbundenen Chancen und Risiken einzugehen, verlaufen die Phasen des Bauprozesses im Wesentlichen nach dem gleichen Schema ab. Das heisst, auch bei funktionalen Ausschreibungen von „design-and-build“ Projekten, ist es innerhalb der Branchen – sowohl im Bereich der Planung, wie auch Ausführung - noch nicht gelungen, den dazugehörigen Prozess zu verändern.

3.1. Bauprozess

Der heutige Bauprozess beinhaltet eine Vielzahl an Schnittstellen und Beteiligten unterschiedlicher Interessen. Der Umfang der Beteiligten – und damit der Schnittstellen – variiert a) primär nach Projektgröße und b), je nachdem, ob ein privater oder öffentlicher Bauherr dahintersteht. Klassischerweise ist der Bauherr/Auftraggeber derjenige, der das Gebäude für sich selbst nutzt und dementsprechend auch seine Bedürfnisse durch eine Lösung in Form eines Gebäudes befriedigen kann. Sobald aber ein Projektentwickler oder öffentlicher Bauherr hinter einem Bauvorhaben steht, nimmt die Anzahl der Beteiligten, die durchwegs unterschiedlichen Interessen und Funktionen im Bauprozess haben, zu. Je nachdem, wie das Konstrukt aussieht, sind gegebenenfalls auch Investoren, Mieter etc. involviert, die ebenfalls Einfluss nehmen.

3.2. Problem

Bauabläufe verfahren grundsätzlich nach sehr traditionellen Methoden. Bis zu 40 Prozent der eingesetzten Zeit wird heutzutage für das Her- und Wegräumen und Suchen sowie für das Wiederherstellen verbraucht. Die Qualität in der Herstellung der klassischen Gewerke auf Baustellen sinkt sukzessive im Zuge von Zeit- und Gelddruck. Der so dringlich erforderliche Entwicklungsprozess bekommt keine Luft, er stagniert. (Menz, 2010) Im Vergleich zu hoch technologisierten Prozessen – bekannt aus dem Automotiv- und Schiffbaubereich – ist der Bauprozess nahezu im Stillstand. Noch bevor überhaupt die gesamte Fachplanung abgeschlossen und geprüft ist, werden bereits einzelne Gewerke ausgeschrieben und

vergeben. Dies hat zur Folge, dass fortlaufend Planänderungen durchgeführt werden müssen. Die Arbeit des ausführenden Handwerkers auf der Baustelle wird dadurch permanent durch Unvorhergesehenes geprägt. Entsprechende Prozessoptimierungen, entsprechend dem bekannten TOYOTA- oder MUDA-Prinzip² lassen sich nicht umsetzen. Demzufolge sind auch etliche Handwerkzeuge und -verfahren noch weitestgehend auf dem Stand, auf dem sie schon vor mehreren hundert Jahren waren. Es gab zwar in den vergangenen Jahren immer wieder Versuche, den Bauprozess entsprechend der Automotivindustrie zu optimieren, doch bedingt durch die über Jahrhunderte gewachsenen Strukturen sind wahre Innovationen bislang ausgeblieben bzw. sogar bewusst unterbunden und verhindert worden. Der Bauprozess selbst ist vor allem durch Termin-, Kosten- und Qualitätsprobleme geprägt. Ein wesentlicher Grund für diese Probleme ist der weltweit noch immer praktizierte, sequenzielle Planungs- und Ausführungsprozess. Zwar beinhaltet die HOAI (Deutschland) im Bereich der Architektur die Vorgabe des integralen Planungsprozesses, welcher letztlich auch von Seiten des Bauherrn vergütet wird. Doch die Umsetzung ist im Allgemeinen nicht gegeben. Das durch die Planenden erarbeitete Konzept wird vorwiegend mittels Zeichnungen in digitaler oder ausgedruckter Form, Hard- oder Softcopy und mittels mündlicher Anweisungen weitergegeben. Es ist daher naheliegend, dass wichtige Informationen und Anweisungen relativ einfach verloren gehen, vergessen, falsch verstanden oder interpretiert werden. Die Möglichkeiten der Digitalisierung, die bislang eingeführt wurden – z. B. die Möglichkeit, Pläne digital zu versenden –, führten nicht zur Verbesserung der Kommunikation. Im Gegenteil: Die Folge war eher eine Erhöhung der Plananpassungen und Umplanungen im laufenden Planungsprozess, was die Arbeiten der Handwerker vor Ort zusätzlich erschwert hat.

Eines der wohl bekanntesten Paradebeispiele dafür ist der Neubau des Flughafens Schönefeld in Berlin. Aufgrund der sequenziellen, aufeinanderfolgenden und zudem rollierenden Planung von Architektur, Tragwerk, Fassade, TGA etc. und der Vergabe von Bauleistungen im noch laufenden Planungsprozess ist es nahezu allen beteiligten Unternehmen unmöglich, ein solch großvolumiges Bauvorhaben in der vorgegebenen Zeit, Qualität und mit den vorgegebenen Kosten zu realisie-

² Muda durch Überproduktion, überhöhte Lagerhaltung, überflüssigen Transport, Wartezeit, Herstellung fehlerhafter Teile, unnötige Bewegung, ungünstiger Herstellungsprozess, nicht und falsch genutztes Talent der Mitarbeiter

ren. Eine brisante Fehlerquelle entsteht bei einem konventionellen Bauablauf vor allem durch redundante Information und durch eine Vielzahl an Planständen. Es muss daher immer dafür gesorgt werden, dass stets die aktuellsten Informationen und Pläne auf der Baustelle und bei den Handwerkern aufliegen, sodass das Projekt nicht nach einem bereits veralteten Stand der Daten erstellt wird.

Stand heute stellt aber noch immer jedes Gebäude einen individuell geplanten Prototyp dar, für den die Werkleistung im hohen Maße auf der Baustelle erbracht wird. Dafür werden unglaubliche energetische und materielle Ressourcen verbraucht. Ein solches Gebäude entspricht hinsichtlich der Zeit, den Kosten und der Qualität nicht mehr den heutigen Erwartungen, sodass es neue Überlegungen bedarf, was das Bauen von morgen betrifft.

Bereits Le Corbusier³ verglich Schiffe, Flugzeuge und Autos mit Gebäuden., Und auch heute noch wird diese Gegenüberstellung gerne genutzt, um die Zukunft des Bauprozesses vorauszusagen. Die Prinzipien der Standardisierung, wie sie in der Automotivindustrie vor mehr als 100 Jahren perfektioniert wurden, dienten damaligen Architekten wie Walter Gropius⁴, Mies van der Rohe⁵ und auch den Ingenieuren als Vorbild für die systematische Planung und Fabrikation von Industriegütern⁶. Der wesentliche Kostenfaktor auf Baustellen ist heute nach wie vor die menschliche Arbeitskraft. Trotz der teils starken Variation des Verhältnisses vorgefertigter und auf der Baustelle errichteter Konstruktionen, besteht bislang jedes Gebäude nur bis zu einem gewissen Grad aus tatsächlich industriell hergestellten Komponenten (Schnittich, 2012) Vor wenigen Jahren untersuchte eine Studie (Kieran/Timberlake, 2004) die Planungs- und Fertigungsprozesse bei der Herstellung von Personenkraftwagen (PKW) und stellte diesen die Prozesse eines Bauvorhabens gegenüber. Die Automobilbranche befindet sich seit der Einführung des Fließbandes in einer kontinuierlichen Entwicklung. Innerhalb eines Jahrhunderts wurde das Handwerk des damaligen Kutschers zu einer der fortschrittlichsten

³ Le Corbusier (1887 -1965) schweizerisch-französischer Architekt

⁴ Walter Gropius (1883-1969), deutscher Architekt

⁵ Mies van der Rohe (1886-1969), deutscher-amerikanischer Architekt

⁶ <http://www.tu-cottbus.de/theoriederarchitektur/Archiv/>; Mies 1924, industrielles Bauen (abgerufen: 2.5.2015)

Industrien, die laufend nach Optimierungen sucht und diese erfolgreich in ihre Prozesse integriert. Auch die Fertigungsprozesse selbst wurden seither ständig verbessert. In den stationären Werken wird heute durchwegs „just in time“ produziert. Die einzelnen vorgefertigten Bauteile – nicht einzelne Produkte – von zahlreichen Zulieferern werden in der richtigen Sequenz innerhalb eines genau definierten Zeitfensters bereitgestellt und eingefügt.

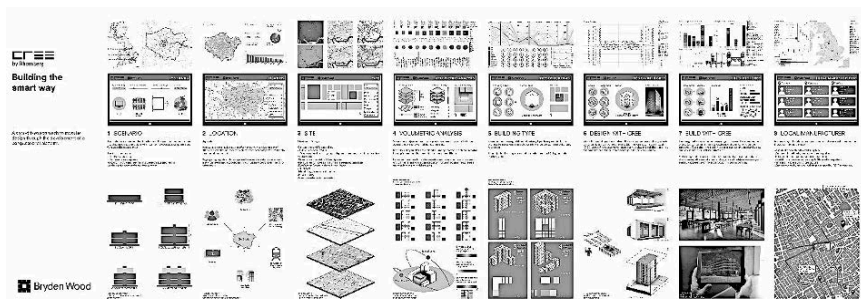
Im Vergleich dazu scheint im Bauprozess die Zeit tatsächlich seit Jahren still zu stehen. Zwar ist ein direkter Vergleich mit der Automobilindustrie nicht möglich, da das Bauen von Gebäuden klarerweise mit ständig wechselnden Bedingungen – Grundstück, Zufahrt, Logistik etc. – verbunden ist. Auch hinsichtlich der Stückzahl, der Losgrößen und der Transportmöglichkeiten ist ein mit dem Erdboden fest verbundenes Gebäude nicht wirklich mit einem Automobil vergleichbar. Und dennoch gibt es zum Schiff-, Flugzeug- und Autobau Parallelen.

So stellt sich grundsätzlich die Frage, ob das Bauen tatsächlich immer auf der Baustelle zu erfolgen hat. Bekanntlich lassen sich alle Fertigungsprozesse, die in einer Produktionshalle erbracht werden können, exakt planen, steuern, kontrollieren und verbessern. Zusätzlich ergeben sich durch die kontrollierte Herstellung Optimierungs- und damit Einsparungsmöglichkeiten bei Ressourcen, Energie und Zeit. Dem gegenüber stehen jedoch wiederum eine exakte Planung und Vorbereitung, da bei fertigen Bauteilen eine Ad-hoc-Problemlösung auf der Baustelle nicht mehr so einfach möglich ist

4. BAUEN MORGEN

Das Bauen von morgen wird sich aus heutiger Sicht in einigen Bereichen grundsätzlich verändern. Vor allem wird der Blickwinkel ein komplett anderer sein. Es geht nicht mehr nur um die Planung und Ausführung eines Gebäudebaus selbst, sondern um den gesamten Lebenszyklus, einschließlich des Rückbaus und der Wiederverwendung der Bauteile. Der integrale Planungsprozess⁷, unter der Berücksichtigung miteinander vernetzter Softwarelösungen und Informationen, wird zum Standard. Nicht interaktiv verbundene Schnittstellen sind unzulässig und werden eliminiert. Mit dem Bau darf erst dann begonnen werden, wenn die komplet-

te Ausführungsplanung abgeschlossen ist. Die baubegleitende Planung gehört damit der Vergangenheit an, wodurch die bisherigen Freiheiten der Architekten und Fachplaner deutlich eingeschränkt werden. Ein Team von Experten übernimmt die Systemplanung von Komponenten und Modulen, die der Objektplanung zur Verfügung gestellt werden. Dabei werden im System für jedes Bauteil Eigenschaften und Preis hinterlegt. Das System zerlegt die Produkte in sinnvolle Funktionseinheiten, die sich wie in einem Baukasten zu immer wieder neuen Produkten zusammenbauen lassen. Dadurch wird der Planungsaufwand und -umfang drastisch reduziert. Die Vergütung gemäss der derzeit gültigen HOAI fällt weg. Alle Details sind fertig ausgeplant und bereits mehrfach geprüft, wodurch das Bauen von Prototypen reduziert wird. Die Architekten vor Ort übernehmen die Rolle des Objektplaners, der nach klar vorgegebenen Regeln das Softwaresystem in der Cloud bedient. Das System generiert vollautomatisch die Entwurfsplanung und bietet unterschiedliche Variationen an, wodurch der Objektplaner bei seiner Produktauswahl, ähnlich eines Auto-Konfigurators, permanent Feedback hinsichtlich der Preis-, Zeit- und Qualitätsentwicklung erhält. Dadurch ist schon in einem sehr frühen Stadium ein tatsächlicher Produktentscheid möglich. Das System generiert in weiterer Folge nach Abschluss der Eingaben und Entscheidungen des Objektplaners die komplette Einreichplanung, welche zugleich die Werkstattplanung, Terminplanung und Kostenplanung beinhaltet.



⁷ Denken und Planen in fertigungsgerechten Modulen

4.1. Verfahren

Die Planung und deren Anforderung werden sich grundlegend ändern. Sie wird komplett automatisiert werden, sodass sämtliche Schnittstellen zu den bisherigen Gewerken einfach wegfallen. Das klassische Planen auf CAD⁸-Arbeitsplätzen wird damit bei einer Vielzahl an Gebäudeprojekten der Vergangenheit angehören. Die Unterteilung in Ausführungs- und Werkstattplanung verschwindet vollständig, sodass die Planung vor der Vergabe von Bauleistung tatsächlich komplett abgeschlossen ist. Bevor es überhaupt zur Realisierung eines Bauvorhabens kommt, werden im Zuge eines „Method Statement“⁹ bereits alle Prozesse – Produktion, Logistik, Montage und Demontage – durchgespielt und ausführlich dokumentiert. Dadurch fällt die bisher oft genug praktizierte „Improvisation“ in allen Abschnitten weg, was letztlich auch den Ressourceneinsatz drastisch reduziert und die Sicherheit sowohl in der Produktion als auch bei der Montage deutlich erhöht. Die bisherigen Abhängigkeiten der Gewerke voneinander werden durch die Verlagerung der Fertigung in eine Vorproduktion aufgelöst. Dadurch ist eine parallele Fertigung mit permanenter interner und auch externer Qualitätsprüfung gewährleistet. Mit der Vorfertigung in Produktionshallen entstehen zudem deutlich geringere Maßabweichungen, wodurch die bisherigen Toleranzvorgaben – DIN 18202¹⁰ – an Bedeutung verlieren. Der üblicherweise auf den Plänen verwendete Standardpassus „Alle Maße sind vom Auftragnehmer vor Ausführung eigenverantwortlich zu überprüfen“ wird überflüssig. Das heißt, es gelten in Zukunft ausschließlich die in den Plänen tatsächlich angegebenen Maße, Toleranzen und Ebenheiten. Anpassungen auf der Baustelle sind nurmehr in Ausnahmefällen gestattet. Dies bedeutet in der Konsequenz natürlich auch, dass bei allen verwendeten Bauteilen die Serien- und Modulfertigung im Vordergrund stehen und diese Baugruppen¹¹ damit auch die Gebäude der Zukunft definieren. Wie im Industriebau weltweit üblich, wird auch im Hochbau die Montage durch Montagekolon-

⁸ Computer-Aided-Design

⁹ Ein schriftliches Dokument, welche die Arbeitsverfahren und die Reihenfolge der Tätigkeiten festlegt, um die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz sicherzustellen (Siemens).

¹⁰ Toleranzen im Hochbau – DIN 18202

¹¹ Im VW Konzern basiert die Plattform des Seat Leon, des Audi A3 und des Golf auf dem modularen Querbaukasten (MQB)

nen erfolgen. Das bedeutet aber auch, dass sämtliche Verbindungen und Kuppungen – im Bereich der Tragkonstruktion, der Fassade, der Haustechnik und des Ausbaus – so auszulegen sind, dass sie von externen Montagetruppen einfach und schnell erledigt werden können. Außerdem sollten sich die Planer von neuen Bauteilen bei allen Details, Anschlüssen und vor allem auch bei allen Materialien darüber Gedanken machen, wie diese in weiterer Folge einfach getauscht und rückgebaut werden können. Dies erleichtert einen eventuellen späteren Umbau – bspw. bei einer Umnutzung der Immobilie von einem Hotel zu einem Verwaltungs- oder Wohngebäude. Die Vorfertigung wird nicht in klassisch stationären Produktionshallen vonstattengehen, sondern bewusst in Produktionshallen im nahen Umkreis der Baustelle. Darin werden bisherige Gewerke funktionsübergreifend zusammengefasst – Zimmerer, Fensterbauer, Spengler, Haustechnik-Installateur, Jalousienbauer, Elektro-Installateur etc. – und diese errichten gemeinsam ein Modul oder Element. Dabei kommen neue Ansätze der Herstellung – bekannt unter „Lean Construction“¹² – zum Einsatz. Mittels kybernetischer Systeme und Regelkreisläufe wird dadurch eine gleichbleibende Qualität bei einem ständigen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (Plan-Do-Check-Act) entsprechend FMEA¹³ und MUDA-Prinzip garantiert. Durch die digitale Dokumentation aller Produktionsschritte lassen sich auch im Nachgang etwaige Fehler nachvollziehen und deren eventuellen Auswirkungen beurteilen. Der Produktionsvorlauf wird im Vorfeld so abgestimmt, dass eine „just in time“-Anlieferung mit dem LKW oder, bei Vorhandensein eines Gleisanschlusses, mit den Güterwaggon ermöglicht wird. Um den eigentlichen Montageprozess möglichst kurz zu halten, werden alle Komponenten werkseitig vormontiert angeliefert, sodass im Zuge der Montage nur mehr das „Finishing“ zu erfolgen hat. Daraus resultierend wird in Zukunft im Hochbau nicht mehr gebaut, sondern montiert bzw. „assembled“.

¹²Die Arbeit wird durchgehend durch den gesamten Prozess so organisiert, dass der Wert für die Kunden maximiert und Verschwendung reduziert wird

¹³Fehler-Möglichkeiten-Einfluss-Analysen

4.2. Prozesse

Bereits beim Planen und Errichten eines Gebäudes muss allen Beteiligten zukünftig bewusst sein, dass dieses nicht nur eine definierte Lebensdauer hat. Es gibt, wie beim Auto, vielmehr unterschiedliche Verschleisteile, die in sehr unterschiedlichen Zyklen auch gewartet und getauscht werden müssen. So hat die Primärkonstruktion, also die tragende Konstruktion eines Gebäudes, unabhängig vom verwendeten Material, eine Lebensdauer von weit über hundert Jahren. Die Fassade, die ständig wechselnden Witterungsverhältnissen und unterschiedlichen klimatischen Bedingungen ausgesetzt ist, hält erfahrungsgemäß zwischen 20 und 30 Jahren. Spätestens dann wird es notwendig sein, die Fenster und die Außenhaut zu erneuern. Im Bereich der technischen Gebäudeausstattung ist die Lebensdauer der Komponenten deutlich geringer. Je nach Bauteil ist die Nutzung entsprechend VDI 2067¹⁴ auf 10 bis 30 Jahre ausgelegt, wobei der jährliche Aufwand für die Bedienung und Wartung, insbesondere durch die Installation von kontrollierten Be- und Entlüftungsanlagen, Mess- und Steuerungstechniken etc., ständig zunimmt. Aus dem Bereich des Facility Managements ist bekannt, dass bei einer Lebensdauer von 40 Jahren die Investitionskosten für Verwaltungs- oder Hotelgebäude gerade einmal 20 Prozent der Gesamtkosten ausmachen. Dennoch wird – mit Ausnahme von PPP¹⁵-Projekten – die Planungsebene rein für die Erstellungsphase vergütet. Später anfallende Kosten werden ausgeblendet. Verständlich, dass die Nutzung des Gebäudes inkl. Betrieb, Instandhaltung etc. nur sehr rudimentär betrachtet wird. Das würde anders aussehen, wenn z. B. bereits bei der Genehmigungsplanung eine Rückbauanleitung inklusive Auflistung der verbauten Rohstoffe und deren Rückgewinnung beizulegen wäre.

4.3. Umdenken

Mit der Berücksichtigung dieser zusätzlichen Überlegungen beim Entwurf eines Gebäudes würden auf einmal komplett andere Gesichtspunkte bei den Entscheidungen im Vordergrund stehen. Statt der heute noch allein entscheidenden Frage

¹⁴ Wirtschaftlichkeit Gebäudetechnischer Anlagen

¹⁵ Public-private partnership

„Wie nutze ich das Gebäude?“ würden Fragen wie „Welche Ressourcen und Materialien werden verbaut?“, «Wie viel an Energie muss im Vorfeld aufgebracht werden, um die zu verbauenden Materialien (Stahl, Aluminium, Mineralwolle, Zement etc.) herzustellen?», «Wie können Bauteile und Komponenten ohne großen Aufwand ausgetauscht werden?» oder «Wie kann das Gebäude einer anderen Nutzung zugeführt werden?» in den Fokus rücken. Dafür aber müssen sich die Verantwortlichen in der Baubranche vom derzeitigen Korsett des Bauprozesses komplett lösen.

Eine weitere wichtige Frage ist diese: «Was muss an Material und vor allem Technik überhaupt ins Gebäude?» So hat bspw. der Vorarlberg Architekt und emeritierte Professor an der ETH Zürich Dietmar Eberle¹⁶ erkannt, dass die ihm zur Verfügung stehenden Fachplaner es weder verstehen, noch ein persönliches Interesse daran haben, Gebäude so zu planen, dass sie mit einer Minimalausstattung an Technik auskommen. Seine Lösung: Für das Verwaltungsgebäude 2226 in Lustenau (A), das gänzlich ohne Heizung, Lüftung und Kühlung auskommt, hat er ganz bewusst auf sogenannte „Bauphysiker“ verzichtet und stattdessen Kollegen aus der Physik an der ETH Zürich mit ins Boot geholt. Auch Antoine de Saint-Exupéry beschreibt die Perfektion wie folgt: „Perfektion ist nicht dann erreicht, wenn es nichts mehr hinzuzufügen gibt, sondern wenn man nichts mehr weglassen kann.“ (Saint-Exupéry, 1939). Die Diskrepanz zwischen den Gebäuden heute und denen der Zukunft liegt somit darin, dass es zu definieren gilt, wie und womit Gebäude errichtet werden. Diese Überlegung beinhaltet zum einen eine Antwort auf die Frage, wie die Planung zukünftig zu erfolgen hat und zum anderen, mit welchen Komponenten und Bauteilen dabei gebaut wird. Durch die Entwicklung komplexer Informationstechnologien und neuartiger Produktionssysteme hat sich bereits in den vergangenen Jahren ein möglicher Umschwung im Bauwesen abgezeichnet. Das bisherige gewohnte Bild des Bauens vor Ort – so wie wir es heute noch sehen und wahrnehmen – wird daher zukünftig wohl von dem Bild der zeitsparenden Montage vor Ort abgelöst werden. Der Umschwung im Bauwesen abgezeichnet¹⁷. Das bisherige gewohnte Bild des Bauens vor Ort – so wie wir es heute noch sehen und wahrnehmen – wird daher zukünftig wohl von dem

¹⁶ www.baumschlagereberle.com (abgerufen: 13.5.2015)

¹⁷ Piller, F.T., Mass Customization, Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter.

Bild der zeitsparenden Montage vor Ort abgelöst werden.

4.4. Der nächste Schritt: Bauen 4.0

Wie bereits geschrieben herrscht, am Bau heute nach wie vor der Prototypenbau vor. Das heißt, jedes Gebäude wird von Grund auf neu geplant. Bereits gesammelte Erfahrungen aus Referenzprojekten fließen praktisch nicht ein und gehen dadurch verloren. Andere Industriezweige, allen voran die Automobilindustrie, sind dem Bau da deutlich voraus: Fahrgestell, Motoren und Karosserie sind standardisiert, modular und können so schnell, kostengünstig und vor allem ressourcenschonend hergestellt werden. Durch verschiedene Ausstattungsmerkmale, die Farbgebung oder die Materialwahl lässt sich das Auto dennoch individualisieren und auf spezifische Bedürfnisse anpassen. Mit Hilfe eines „Car Konfigurators“ kann sich der Kunde schon vorab sein Wunschmodell zusammenstellen und sogar auf Knopfdruck bestellen. In naher Zukunft wird es im Bereich der Immobilien genauso laufen: Der Bauherr/Projektentwickler stellt sich sein Gebäude am Rechner zusammen, begeht es einmal mit der 3-D-Brille, um die Details und die Einrichtung zu planen, und lässt es sich dann per Mausclick auspreisen. So weit sind wir zwar noch nicht. Aber das ist nur eine Frage der Zeit.

Und diese Zeit wird schneller kommen, als wir momentan glauben. Dies liegt auch am logarithmischen Denken des Menschen: Um die Welt in einem Jahr zu antizipieren, müssen wir nicht ein Jahr in die Vergangenheit schauen, sondern zehn. Vor allem durch die technische Entwicklung und die Digitalisierung verkürzen sich Entwicklungsschritte immens. Die Zeit für Bauen 4.0 ist daher genau jetzt: Durch Holz- bzw. Holzhybrid- und Systembau sind die Voraussetzungen und die beste Ausgangsposition geschaffen worden für den nächsten Schritt. Treiber dabei sind Sharing und Open Innovation. Dreh- und Angelpunkt des neuen Bauens wird eine interdisziplinäre, digitale, lebendige Plattform sein. Eine Art kybernetischer Tisch für alles, was das Thema „Planen, Errichten und Betreiben von Gebäuden“ betrifft. Darauf finden sich sämtliche Informationen, Kontakte, Produkte, Formulare und Fallbeispiele aus der Welt des systematischen Holz-Hybridbaus. Und er wird sich stetig weiterentwickeln: Jedes neu entwickelte Bauelement, jedes erfolgreich abgeschlossene Projekt, jeder neue Produzent, Architekt oder Planer bereichert die Plattform, füllt sie mit Wissen und macht so zeitgleich alle Beteiligten des kybernetischen Tisches schlauer. Wissen ist zukünftig so kein Hoheitsgut mehr, son-

dern kollektiver Besitz zum Wohle aller und zugunsten des Holz-Systembaus und aller Beteiligten.

4.5. Systembau

Beim LCT-System handelt es sich um ein standardisiertes, universell einsetzbares Baukastensystem. Im Vergleich zu anderen Holzhochbauprojekten verfolgt das LCT-System einen „Top-Down“-Ansatz, bei dem alle Komponenten so geplant werden, dass sie bei einer Internationalisierung an die Anforderungen und Regulierungen in den jeweiligen Ländern angepasst werden können. Darüber hinaus können die LCT-Systemkomponenten von ortsansässigen Unternehmen hergestellt werden und bieten so Chancen für das regionale Handwerk und die Holzwirtschaft. Mit dem LCT ONE¹⁸ und dem IZM wurden bisher bereits zwei Bürogebäude realisiert. Zudem kam das LCT-System bei der Aufstockung der Zentrale der Wagner GmbH in Nüziders sowie bei einem Büro- und Wohngebäude in Memmingen, Deutschland, zum Einsatz. Darüber hinaus kommt das System auch beim Siemens-Campus in Erlangen, sowie bei der neuen Vattenfall-Zentrale in Berlin Südkreuz zum Einsatz. Das baureife Holzfertigteile-Baukastensystem lässt sich aber auch in der Hotellerie, der Gastronomie oder dem Einzelhandel einsetzen. Durch eine millimetergenaue Vorfertigung lassen sich die einzelnen Module nicht nur flexibel und individuell gestalten und so unterschiedlichsten Bauvorhaben anpassen. Durch die gleichbleibend hohe Bauqualität der Einzelkomponenten herrscht auch eine verlässliche Ausführungssicherheit. Ein weiterer wichtiger Vorteil ist die im Vergleich zu konventioneller Bauweise drastisch verringerte Bauzeit. Beim Prototyp LCT ONE konnte diese beispielsweise um den Faktor 3 gekürzt werden. So werden nicht nur Behinderungen für Verkehr und Anrainer minimiert, sondern gerade im urbanen Raum wird die Bauabwicklung erheblich erleichtert. Der hohe Vorfertigungsgrad ermöglicht eine schnelle Umsetzung (an einem Arbeitstag konnte beim LCT ONE eine Etage inklusive Fassade errichtet werden) und verringert stark den Bedarf an Lagerflächen während der Bauphase. Ein dritter Vorteil ist eine Baustellenabwicklung mit minimaler Lärm- und Staubbelastung.

¹⁸ LifeCycle Tower One, Dornbirn

4.6. Beton

Der Baustoff Beton ist bekanntlich nach Wasser die am häufigsten verwendete Substanz auf unserem Planeten. Nach Berechnungen des «California Institute of Technology» wurden in der Zeit zwischen 1930 und 2013 weltweit zirka 76,2 Milliarden Tonnen an Zement hergestellt. Über 70 Prozent davon gingen in die Stahlbetonherstellung. Während die USA in einem Zeitraum von knapp hundert Jahren zwischen 1901 bis 2000 zirka 4,5 Gigatonnen verbrauchte, lag der Bedarf in China innerhalb von drei Jahren (2001 - 2013) bereits bei 6,6 Gigatonnen (McCarthy, 2014). Im Zuge dessen wurden über 38,2 Milliarden Tonnen CO₂ in die Atmosphäre freigesetzt. Beton als Baustoff zu verwenden, ist sowohl Segen wie auch Fluch. Es gilt daher schon bei der Konzeption von Gebäuden auf die Materialität, den Verbrauch der Ressourcen und im Sinne der Wiederverwendbarkeit auf den Lebenszyklus zu achten.

4.7. Holz

Holz gehört zusammen mit Lehm und Naturstein zu den ältesten und elementarsten Baustoffen der Menschheit. Als Rohstoff bietet er die Vorteile, dass er ohne fossilen Energieverbrauch nachwächst und dabei absolut ökologisch, natürlich und nachhaltig ist. Der Energiebedarf zur Herstellung des Baustoffes Holz beträgt verglichen mit anderen Baustoffen wie Stahl, Ziegel oder Aluminium nur einen Bruchteil, und auch der Energieaufwand zur Herstellung einzelner Holzprodukte ist im Vergleich zu anderen Werkstoffen gering. Nicht zu vergessen ist die Tatsache, dass durch die Verwendung von Holz andere Baustoffe ersetzt werden, die sonst unter einem hohen Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß erst hergestellt werden müssten. Zentrale Eigenschaften von Holz sind die gute Wärmeisolierung, seine hohe Festigkeit sowie Langlebigkeit und Brandbeständigkeit. Brandversuche haben gezeigt, dass sich bei Temperaturen über 200° C eine Holzkohleschicht bildet, die die darunter liegenden Holzschichten isoliert. Das verringert im Vergleich zu Stahl die Einsturzgefahr. Damit entspricht Holz als Baustoff modernsten Sicherheitsanforderungen.

Ein weiterer Vorteil ist das im Verhältnis zum Volumen geringe Eigengewicht mit dem Potenzial, das Gebäude-Gesamtgewicht um bis zu 50 Prozent zu verringern. Im Falle des LifeCycle Tower ONE, des weltweit ersten im Holz-Hybridsys-

tem LCT gebauten Gebäudes, ist dieses um ein Drittel geringer als das Gewicht eines vergleichbaren Stahlbetonbaus. Als wichtiger Aspekt ist dabei zu sehen, dass Holz auf allen Kontinenten verfügbar ist und durch Abbau vor Ort eine regionale und nationale Unabhängigkeit im Rohstoffbezug schafft, was vor hohen Rohstoffpreisen schützt. Beispielsweise konnten beim Bau des Auftragsprojekts IZM¹⁹ zwei Drittel des Holzes aus der Region Vorarlberg beziehungsweise dem Montafon bezogen werden und das verbleibende Drittel aus dem angrenzenden süddeutschen Raum. Gleichzeitig werden dadurch die Transportwege verkürzt und die regionale Wirtschaft gestärkt, da die Planung eines Gebäudes in der LCT-Systembauweise immer durch lokale Architekten, die Ausführung durch lokale Bauunternehmen und die Komponentenfertigung durch lokale Verarbeiter vorgenommen werden kann.

Das wichtigste Argument, Holz verstärkt in der Baubranche einzusetzen, ist jedoch das CO₂-Speicherpotential von Holz. Durch den Vorgang der Photosynthese entstehen im Blatt / der Nadel des Baumes aus Wasser, Kohlendioxid (CO₂) und Licht Kohlenhydrate und der für den Menschen lebensnotwendige Sauerstoff. Der Baum lagert die Kohlenhydrate ein und gibt den entstandenen Sauerstoff wieder an die Atmosphäre ab. Über die gesamte Nutzungsdauer des Holzes wird somit der Atmosphäre Kohlendioxid entzogen, das als hauptverantwortlicher Auslöser für den Treibhauseffekt gilt. Über die Photosynthese bindet wachsendes Holz also Kohlendioxid und geerntetes Holz speichert es. Insgesamt besteht Holz zu 50 Prozent aus Kohlenstoff und spielt damit eine wichtige Rolle als CO₂-Speicher in der Klimabilanz. Da ein Kubikmeter Nadelholz (Fichte/Tanne) über ein CO₂-Speicherpotential von knapp einer Tonne CO₂ verfügt, werden beispielsweise im Auftragsprojekt IZM mit seinen 1 030 Kubikmeter Massivholz über 944 Tonnen CO₂ gespeichert. Nicht zuletzt zeichnet sich Holz als ressourcenschonendes Kreislaufprodukt aus, da es sich am Ende des Lebenszyklus' ganzheitlich CO₂-neutral verwerten lässt. Zum einen ist eine hundertprozentige Recycelbarkeit gegeben, zum anderen gibt Holz selbst bei der Verbrennung nur so viel CO₂ ab, wie der Baum während seines Wachstums gebunden hat. Dies belegen die Ergebnisse einer parallel zum Forschungsprojekt LCT durch-

¹⁹ Illwerke-Zentrum Montafon, Vandans

geführten Studie durch PE international. Für den berechneten Gebäudekörper stellte sich heraus, dass bei der LCT-Bauweise in der Gesamtbilanz (Herstellung, Instandsetzung und Entsorgung) durch die Verwendung von Holz als Basismaterial 9 493 Tonnen weniger CO₂-Äquivalente emittiert werden als bei einem vergleichbaren Stahlbetonbau. Das entspricht einer um über 90 Prozent verbesserten Gesamt-CO₂-Bilanz. Damit leistet das LCT-Bausystem einen wesentlichen Beitrag zur radikalen Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudesektor. Dies resultiert unter anderem auch daraus, dass die LCT-Systembauweise es zum ersten Mal überhaupt möglich macht, Holz als tragendes und gleichzeitig ungekapseltes Element im Holzbau einzusetzen und so zusätzliche Ressourcen einzusparen. Gleichzeitig wird damit das Holz für die Bewohner und Nutzer im Innenraum direkt erlebbar und sorgt für ein gesundheitsförderndes Raumklima.

5. DIGITALER ZWILLING

Sämtliche Simulationen, was Tragwerk, Wärmeschutz, Brandschutz, Gebäudeautomation etc. anbelangt, können zwischenzeitlich in Form eines digitalen Zwillings (digital twin) abgebildet werden. Dazu müssen jedoch alle elektrischen Komponenten über eine entsprechende IP Adresse verfügen, um damit in bzw. über eine Cloud ausgelesen und angesteuert werden können. Erst durch diese Voraussetzung wird zuerst der digitale Zwilling und in Folge das Gebäude auch IoT²⁰ tauglich und damit zum Smart Building. D. h. sämtliche zugehörigen Prozesse hinsichtlich Vorfertigung, Logistik, Montage und natürlich Demontage werden ebenso wie präventive und prädiktive Maßnahmen im Zuge der Nutzung des Gebäudes aus dem Modell abgeleitet und definiert. Die bisherige klassische baubegleitende Planung, zum Teil auch in Projekträumen, wird dadurch obsolet. Die Digitalisierung im Bauprozess und die damit verbundene Entwicklung haben entsprechenden Einfluss auf alle Beteiligten. So fungieren Architekten und Fachplaner zukünftig als Experten im Bereich Detail- und Ausführungsplanung. Einreichungen und Bauanträge in konventioneller Schriftform und 2D-Plänen werden

²⁰ Internet of Things

sukzessive durch digitale Modelle abgelöst und ermöglichen damit den Kommunen den Schritt zur digitalen Stadt. Hersteller aus bislang nicht bauaffinen Bereichen werden durch die systematisierte Planung Chancen erkennen und auch verwerten. Aufträge werden zukünftig an den Hersteller vergeben, der seine Produkte bereits in der Planungsphase in entsprechender BIM-Qualität zur Verfügung stellen kann.

5.1. Plattform

Die digitale Evolution kommt jedoch erst dann zu Stande, wenn nicht mehr jedes Gebäude von null an entworfen und geplant werden muss, sondern als bestehender Plan, weil bereits zuvor umgesetztes Bauprojekt, auf einer Plattform zum Download zur Verfügung steht. Ab diesem Zeitpunkt entsteht eine „Sharing Community“, die zwar bei jedem Gebäude Adaptionen vornehmen wird, um das Gebäude entsprechend den sozio-kulturellen und städtebaulichen Anforderungen anzupassen, sich jedoch gleichzeitig dazu verpflichtet, diese wiederum allen anderen zur Verfügung zu stellen. Das Planen und Bauen mit geprüften und bewährten Komponenten wird dadurch vergleichbar mit dem Querbaukasten der Automotiv-Industrie. Alles ist erlaubt, solange man sich an gewisse Regeln hält und vorgegebene Bauteile verwendet. Erst dadurch wird es möglich, entsprechende Losgrößen für die Industrie zu generieren, Ressourcen und Kosten einzusparen und gleichzeitig die Qualität zu steigern. Logischerweise bedarf eine solche Herangehensweise natürlich auch anderer Formen der Vergabe – z. B. Design-Build oder gar Design-Build-Operate –, um den maximalen Kaskadennutzen des digitalen Zwillinges auch zu generieren.

5.2. Sharing Community

Die Plattform wird in verschiedene Projekträume aufgeteilt sein. So gibt es Länderbereiche, in denen die behördlichen Auflagen und Genehmigungsrichtlinien hinterlegt sind. Es existieren darauf virtuelle Begegnungsflächen für Architekten oder Planer, auf denen sie sich treffen, austauschen und virtuelle Firmen gründen können. Es gibt Produkthops, in denen die zur Verfügung stehenden Bauelemente hinterlegt sind – inklusive sämtlicher Informationen zu Materialien, Kosten, ihrem ökologischen Fußabdruck und den Kontaktdaten der Hersteller weltweit. Außer-

dem wird es Top-Listen geben, die sich auf Basis von Feedbacks und Kundenbewertungen errechnen, beispielsweise die besten Projekte – darunter finden sich dann auch die verwendeten Elemente und die beteiligten Hersteller –, die besten Holz-Architekten, die besten Tragwerksplaner oder die besten Brandschutzexperten. All dieses Wissen, alle Erfahrungen und alle Kontakte auf der Plattform stehen allen Nutzern zur Verfügung. Zeitlich und räumlich unbegrenzt.

6. CONCLUSIO

Vom bisherigen Bauprozess werden wir uns verabschieden, eine baubegleitende Planung wird es nicht mehr geben. Sie wird schlichtweg überflüssig. Dafür wird der Anspruch an den Architekten im Vorfeld höher: soziokulturell, städtebaulich, planerisch. Im Schiffsbau läuft es schon heute so: Die Konstrukteure und Designer einer Yacht oder eines Kreuzfahrtschiffs haben nach der Abgabe ihrer Pläne an die Werft keine Einflussmöglichkeiten mehr. Wozu auch: In der Werft läuft das Schiff dann einfach die vorher definierte und hundertfach bewährte Prozesslinie entlang. Auch die Automobilbranche arbeitet schon längst nach diesem Muster. Für den Bau bedeutet das: Die Funktionen eines Architekten und eines Bauplaners werden sich verändern. Neue Mitspieler werden hinzukommen – aus der IT, aus dem Community Management, aus anderen, bislang völlig branchenfremden Bereichen. Die Regeln werden neu definiert – mit konkreten Auswirkungen auf das Klima: Die Pionierbauten des LCT-Systems haben bewiesen, dass das CO₂-Einsparpotenzial für den Holz-Hybridbau bei 92 Prozent liegt. Je mehr Gebäude also in diesem Zero-Carbon-Emission-System, statt im herkömmlichen Stahlbetonbau errichtet werden, desto mehr Treibhausgase und Ressourcen werden eingespart.

7. LITERATURVERZEICHNIS

Berth, R. (1993). *The return of innovation*. Düsseldorf: Kienbaum Forum.

Bundesagentur für Arbeit - Statistik. (2016). *Gute Bildung - gute Chancen*. Abgerufen am 11. 5 2017 von <https://statistik.arbeitsagentur.de/Statischer-Content/Arbeitsmarktberichte/Akademiker/generische-Publikationen/Broschuere-Akademiker-2016.pdf>

Cradle to Cradle e.V. (2017). *Cradle to Cradle e.V.* Abgerufen am 11. 5 2017 von <http://c2c-ev.de/>

Deloitte. (2013). *Deloitte-Studie zur Bauindustrie analysiert die umsatzstärksten Unternehmen*. Abgerufen am 11. 5 2017 von <http://www.presseportal.de/pm/60247/2526081>

Eidenbenz, M., Filipaj, P., & Menz, S. (2010). *Changes - Innovation im Bauprozess*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Toward the Circular Economy*. Abgerufen am 11. 5 2017 von <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/towards-the-circular-economy>.

EUROPÄISCHE KOMMISSION. (8. 3 2011). *Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO2-armen Wirtschaft bis 2050*. Abgerufen am 11. 5 2017 von <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:de:PDF>

EUROPÄISCHE KOMMISSION. (20. 9 2011). *Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa*. Abgerufen am 11. 5 2017 von <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.-do?uri=COM:2011:0571:FIN:DE:PDF>

EUROPÄISCHE KOMMISSION. (2. 2 2011). *GRUNDSTOFFMÄRKTE UND ROH- STOFFE: HERAUSFORDERUNGEN UND LÖSUNGSANSÄTZE*. Abgerufen am 11. 5 2017 von http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/

documents/com/com_- com(2011)0025_/com_com(2011)0025_de.pdf

EUROPÄISCHE KOMMISSION. (2011. 1 2011). *Ressourcenschonendes Europa - eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020*. Abgerufen am 11. 5 2017 von <https://www.nachhaltigkeit.at/assets/customer/Downloads/Ressourceneffizienz/Leitinitiative%20f%C3%BCr%20ein%20ressourcenschonendes%20Europa.pdf>

European Construction Industry Federation. (2015). FIEC. Abgerufen am 11. 5 2017 von <http://www.fiec.eu>

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. (2015). *Bauwirtschaft im Zahlenbild*. Abgerufen am 11. 5 2017 von http://www.bauindustrie.de/media/documents/BW_Zahlenbild_2015_final.pdf

<http://www.clubofrome.org>. ((abgerufen: 24.5.2015)). Kieran/Timberlake (2004). *Prefabrication Architecture*.

McCarthy, N. (2014, Dec 5). *China Used More Concrete In 3 Years Than The U.S. Used In The Entire 20th Century*. Retrieved from Forbes: <https://www.forbes.com/>

McKinsey&Company. (2 2017). *A Route to higher Productivity*. Abgerufen am 11. 5 2017 von https://www.mckinsey.de/files/170228_mgi_construction.pdf

Menz, S. (2010). *Changes - Innovation im Bauprozess*.

Mies van der Rohe, L. (1924). in G. In *Industrielles Bauen* (S. 18ff).

Moser, M., Avian, A., Grote, V., & Mayrhofer, M. (2010). *School without stress - wood creates a good school climate*. Graz: Holzcluster Steiermark Future Conference.

O'Brien, M., Bleischwitz, R., Lucas, R., Bringezu, S., Samus, T., Ritthof, M., . . . Saarinen, L. (2011). *Ressourceneffizientes Bauen: die Rolle von Öko-Innovationen im europäischen Bausektor*. Brussels: Eco-Innovation Observatory.

Piller, F. (Piller, F.T., Mass Customization, Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter 2006). *Mass Customization, Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter* (4. Auflage Ausg.). Wiesbaden: Gabler Verlag.

Rhomberg Bau GmbH. (2010). *BRIX - Business Resource Intensity Index*. Abgerufen am 11. 5 2017 von <http://alt.seri.at/projects/completed-projects/brix-business-resource-intensity-index/>

Rhomberg, H. (2015). *Bauen 4.0 - From the Ego to the Lego Principle* (1 Ausg.). Heine: Bucher.

Saint-Exupéry, A. d. (1939). *Terre des Hommes, III: L'Avion*, Seite 60 .

Schittich, C. (1. 6. 2012). Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. *DETAIL*.

UNEP. (2011). *Sustainable Buildings and Climate Initiative*.

UNEP, *Cities and Buildings*. (2013).

UNEP, *Sustainable Buildings and Climate Initiative*, 2011. (kein Datum).

United Nations Environment Programme. (2009). *Sustainable Buildings and Climate Change*. Abgerufen am 11. 5 2017 von <http://www.unep.org/sbci/pdfs/sbci-bccsummary.pdf>

Marieholmstunnel

Herstellung eines Absenktunnels unter dem
Fluss Göta älv in der schwedischen Stadt
Göteborg

Dr.-Ing. Christiane Hof
Zentrale Technik, Ed. ZÜBLIN AG, Duisburg

Dipl.-Ing. Carsten Bahl
Zentrale Technik, Ed. ZÜBLIN AG, Berlin

1 EINLEITUNG

Zur Verkehrsentslastung im Stadtgebiet von Göteborg laufen seit Frühjahr 2015 die Bauarbeiten zum Marieholmstunnel, der den Fluss Göta älv unterquert. Der Tunnel wird als Absenktunnel erstellt, beidseitig des Flusses werden tiefe Baugruben errichtet. Der anstehende Boden besteht aus leicht überkonsolidiertem, weichem Ton mit bis zu 100 m Mächtigkeit. In direkter Umgebung der Baumaßnahme befindet sich verformungsempfindliche Infrastrukturbebauung.

2 MARIENHOLMSTUNNELPROJEKT

Mit der Detailplanung und Ausführung für das Projekt Marieholmstunnel beauftragt ist eine Arbeitsgemeinschaft der Unternehmungen Züblin Scandinavia AB aus Schweden und Boskalis B.V. aus den Niederlanden. Bauherr ist die schwedischen Verkehrsbehörde Trafikverket.

Die Beauftragung erfolgte Juni 2014. Die Bauzeit läuft bis voraussichtlich Ende 2020. Es handelt sich um einen Design and Build Vertrag mit einer Auftragssumme von 1~.5 Milliarden SEK (ca. 160 Mio EUR). Die geplante Lebensdauer des fertiggestellten Bauwerks beträgt 120 Jahre.

Beim Marieholmstunnel handelt sich um einen Straßentunnel, der den Fluss Göta älv unterquert, mit dem Ziel, die Verkehrssituation im innenstadtnahen Bereich zwischen den Autofernstraßen E6, E45 und E20 zu verbessern und den bestehenden Autobahntunnel Tingstadstunnel zu entlasten (s. Abbildung 1). Der 500 m lange Straßentunnel wird mit je drei Richtungsfahrbahnen und einem zentralen Service-tunnel erstellt. Zur Konstruktion werden drei Tunnelemente mit Abmessungen von je ca. 100 m Länge, 30 m Breite und 10 m Höhe vor Ort hergestellt und anschließend am endgültigen Standort in das ausgehobene Flussbett abgesenkt. Die an die beiden Seiten des Absenktunnels angrenzenden Cut&Cover Tunnelabschnitte und Rampen (Seite Marieholm und Seite Tingstadt) werden in offener Bauweise in tiefen Baugruben errichtet. Die C&C-Baugrube auf der Marieholmseite wird

zunächst als Trockendock zur Herstellung der drei Einschwimm-Tunnelelemente verwendet.



Abb. 1: Situationsplan in Göteborg

In unmittelbarer Umgebung zu den Baugruben befinden sich Gewerbegebäude sowie Brückenbauwerke für Straßen (Partihallsbron auf der Marieholmseite) und Eisenbahn (Marieholmsbron auf der Tingstadseite). Zum Schutze der Bestandsbebauung wird ein umfangreiches Monitoring ausgeführt.

Weiterhin wird besonderes Augenmerk auf Umweltbelange, wie z.B. die Flora und Fauna des Flusses Göta Älv, genommen. So sind beispielsweise zum Schutz des Fischbestandes Arbeiten im Fluss, die zu einer Erhöhung der Schwebteile in diesem führen, nur in den Wintermonaten jeweils im Zeitraum vom 15. November bis 15. April zulässig. Dies hat erhebliche Auswirkungen auf die entsprechenden Bauabläufe und Termine.

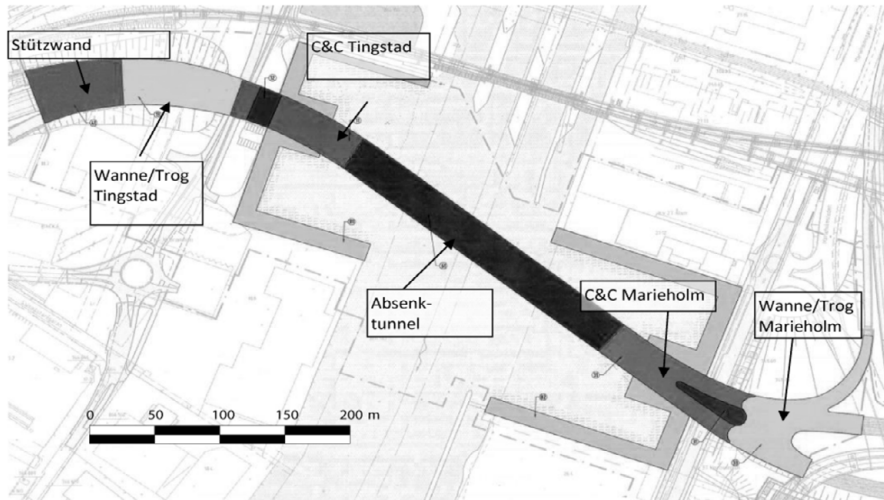


Abb. 2: Sektoren beim Bau des Marienholmstunnel

3 BODENVERHÄLTNISSE

Das gesamte Baufeld liegt im südlichen Bereich des Flusstals des Göta älv. Nach der letzten Eiszeit kam es hier zu großen Ablagerungen feinkörniger Sedimente unter Salzwasser. Diese relativ homogenen Tonablagerungen mit einer Mächtigkeit von bis zu 100 m dominieren die Geologie. Der weiche Tonboden mit einer undrained Scherfestigkeit entsprechend Tabelle 1 ist leicht überkonsolidiert mit einem OCR von 1,25. Der Ton besitzt eine moderate Sensitivität. Der Wassergehalt bei fast 80 % in den oberflächennahen Schichten (+10 m.ü.M.) abfallend auf ca. 60 % in 30 m Tiefe liegt sehr nah an der Fließgrenze.

4 BAUGRUBE MARIEHOLM / TROCKENDOCK

Der anstehende weiche Tonboden ist durch ein stark zeitabhängiges Verhalten bei Be- und Entlastung gekennzeichnet. Eine der größten Herausforderungen beim Design der tiefen Baugruben mit einer Aushubtiefe bis zu 18 m Tiefe stellt

die Kontrolle der last- und zeitabhängigen Hebungen der Aushubsohle dar. Die tiefen C&C-Baugruben auf beiden Seiten des Göta älv werden mit dem gleichen generellen Konzept des Nassaushubs ausgeführt. Die C&C Baugruben auf Marieholmseite (siehe Abbildung 3) wird zunächst als Trockendock zur Herstellung der 3 Tunnelelemente verwendet. Aus diesem Grund wird diese Baugrube dreimal geflutet und wieder entwässert, bevor das endgültige Bauwerk errichtet wird. Das Trockendock hat eine Länge von 120 m und weitet sich von 40 m auf der Wasserseite auf 60 m Richtung Rampenbereich auf. Die Verbauwand besteht aus einer verformungsarmen Pipe-to-Pipe-Wand aus mächtigen Stahlrohren mit Durchmesser von bis zu 1575 mm und 17 mm Stahldicke, die durch eine Steifenlage am Kopf und eine Bodenplatte zweifach gestützt wird. Die Länge der Rohre variiert zwischen 35 m und 39 m. Die ca. 19 t schweren Rohre werden in den weichen Boden einvibriert und sind untereinander durch Spundwandschlossprofile verbunden.

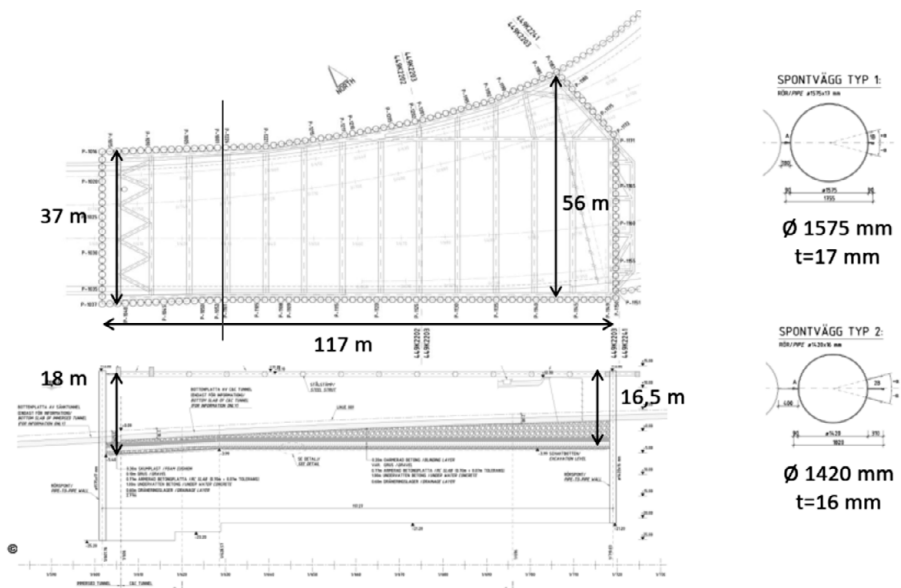


Abb. 3: Abmessungen Baugrube Marieholm



Abb. 4: Einbringen der Rohre der Pipe-to-Pipe-Wand

Nach der Erstellung der oberen Steifenlage, die aufgrund der Nutzung der Baugrube als Trockendock oberhalb des Geländeneiveaus liegt, wird der Tonboden unter Wasser ausgebaggert. Eine Unterwasserbetonsohle auf einer Drainageschicht dient als temporäre Baugrubensohle. Unter einer zusätzlichen Kiesauflast wird das Wasser in der Baugrube abgesenkt. Danach wird im Austausch mit der Kiesauflast eine bewehrte Betonsohle eingebracht. Die bewehrte Betonplatte kann dann im Verbund mit der unbewehrten UW-Betonsohle, die über den Gesamtnutzungszeitraum des Trockendocks von ca. 3 Jahren, die auftretenden zeitabhängigen Hebungsverformungen aufnehmen. Die Baugrubensohle ist nicht auf Auftrieb bemessen, sodass eine Funktion der Drainageschicht über den gesamten Zeitraum der Baumaßnahme gewährleistet werden muss.



Abb. 5: Baugrube Marieholm C&C im Februar 2016

5 KONZEPT / BAUABLAUF

Der wesentliche Teil des Tunnels besteht aus 3 Tunnelementen, welche im Trockendock hergestellt werden und anschließend in ihre endgültige Lage im Fluss abgesenkt werden. Jedes der drei Elemente mit Abmessungen von ca. 100 m x 30 m x 10 m besteht aus je 5 Teilsegmenten, die mittels Spanngliedern temporär für den Einschwimmvorgang starr verbunden werden (Abbildung 6).

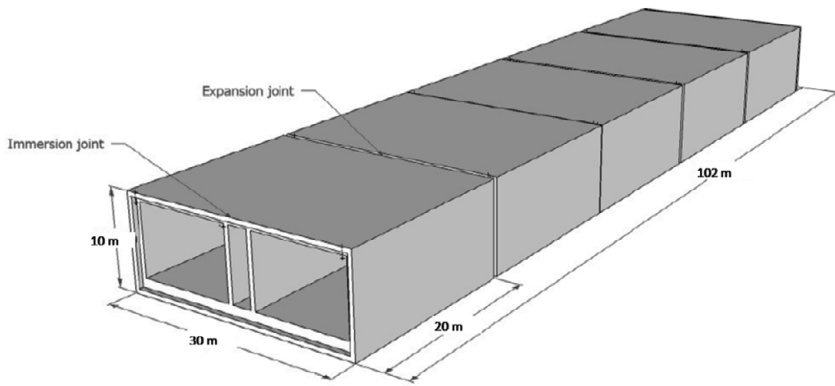


Abb. 6: Tunnelement

as Prinzip des Einschwimmtunnels erfordert einen weitgehend linearen Bauablauf. Im Folgenden sind die wesentlichen Phasen der Herstellung zusammengefasst. Nach Fertigstellung der Baugruben erfolgte die Herstellung des endgültigen C&C Tunnels Tingstad und die Produktion des 1. Tunnelements TE1.

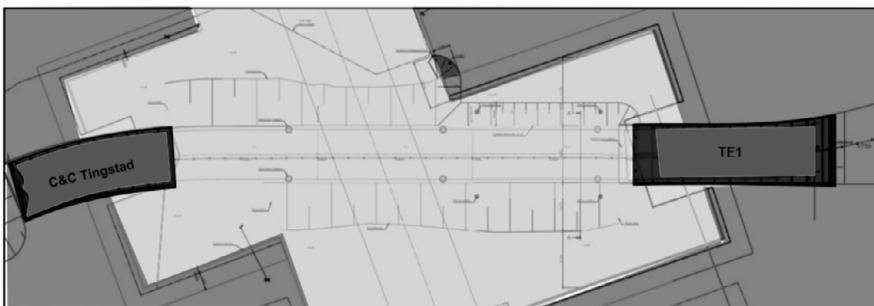


Abb. 7: Herstellung C&C Tingstad, TE1

Parallel zu den Betonarbeiten erfolgten die Nassbaggerarbeiten im Fluss.



Abb. 8: Nassbaggerarbeiten im Fluss

Am 29.04.2017 wurde das 1. Tunnелеlement (TE 1) aus dem Trockendock ausgeschwommen und in seine Parkposition vor dem Trockendock gebracht. In der Parkposition erfolgte die Ausstattung des Tunnелеlementes für den Absenkvorgang.

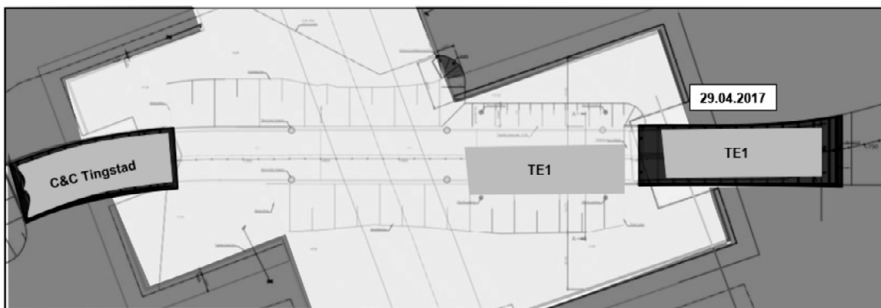


Abb. 9: TE1 in Parkposition



Abb. 10: Tunnelement 1 in Parkposition

Nach Ende der Sperrzeit konnte am 2.12.2017 das Tunnelement TE 1 in seine endgültige Position verschwommen und abgesenkt werden. Parallel dazu erfolgten die Betonarbeiten des TE2 im nun freigewordenen Trockendock.

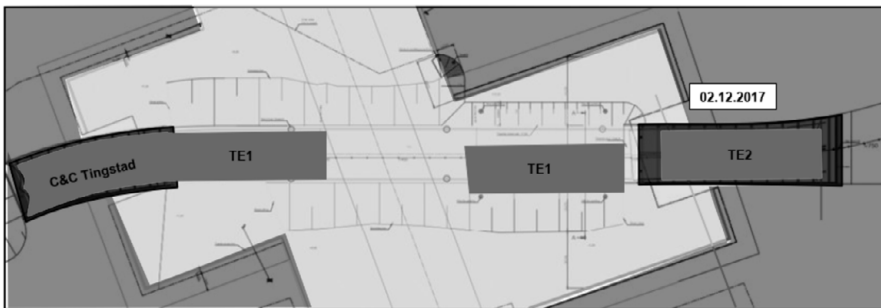


Abb. 11: Einschwimmen und Absenken TE1, Herstellung TE 2



Abb. 12: Einschwimmvorgang TE 1

Das fertiggestellte Tunnelement 2 wurde am 10.01.2018 ausgeschwommen und in seine Parkposition gebracht. Kurz darauf am 27.01.2018 erfolgten dann der Einschwimmvorgang und die Absenkung.

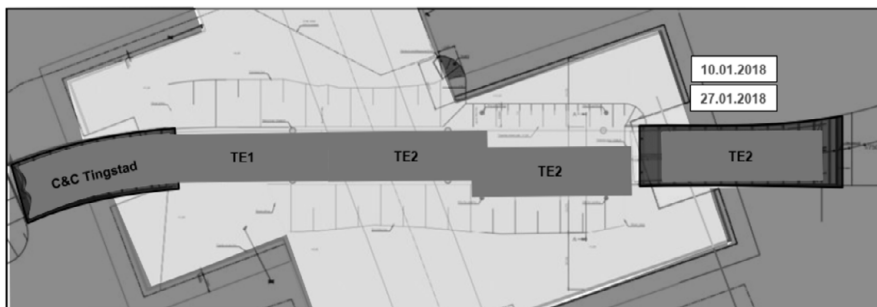


Abb. 13: Ausschwimmen und Absenken TE2

Nach Fertigstellung des TE 3 im Trockendock erfolgte der Ausschwimmvorgang und im direkten Anschluss am 23.09.2018 die Absenkung. Das Ende des TE 3 liegt nun im Trockendock bzw. in der Baugrube für den C&C Marieholm.

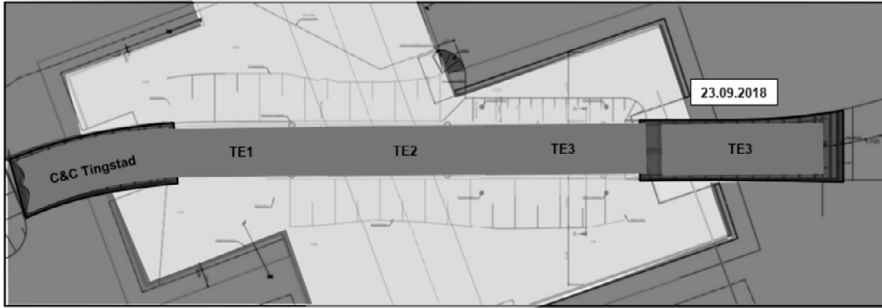


Abb. 14: Herstellung, Einschwimmen und Absenkung TE3



Abb. 15: Ende des TE 3 in der trockengelegten Baugrube

In der nun freigewordenen Baugrube können nun die Massivbauarbeiten für den endgültigen C&C Tunnel erfolgen.

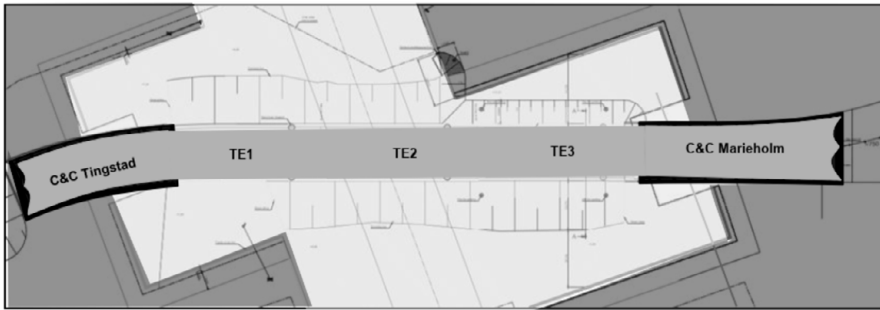


Abb. 16: Herstellung C&C Marieholm

6 AUSSTATTUNG / BESONDERHEITEN

Im Folgenden werden konstruktive Besonderheiten des Absenktunnels vorgestellt.

6.1 Abschottung der Tunnelement

Zum Prinzip des Einschwimmtunnels gehört, dass das Tunnelement nahezu im Wasser schwebt. Dazu ist eine temporäre Abschottung der stirnseitigen Öffnungen erforderlich. Dies wird durch massive Stahlträger in Verbindung mit Stahlschotten umgesetzt. Besonderes Augenmerk muss hierbei auf eine sehr hohe Dichtigkeit der Schottkonstruktion gelegt werden, da eine größere Undichtigkeit die Steuerung des Absenkvorgangs stark beeinträchtigen würde und bis zu einem Verlust des Elements führen kann.

Um während des Absenkvorgangs Zugang zum Element zu ermöglichen, wurde am Schott ein Zugangsschacht installiert.

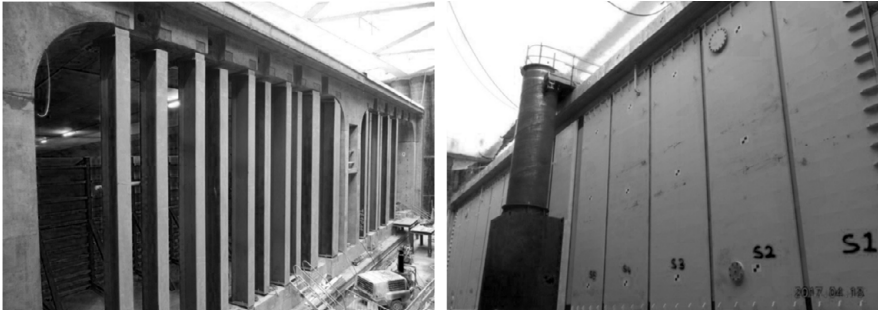


Abb. 17: Abschottung Tunnelement mit Zugangsschacht

6.2 Pontons / Abhängekonstruktion / Ballastsystem

Um eine kontrollierte Absenkung des Elements zu ermöglichen, ist eine Abhängekonstruktion bestehend aus Pontons und Traversen erforderlich. Die Tunnelelemente werden so dimensioniert, dass sie infolge des Eigengewichts nur wenige Zentimeter aus dem Wasser ragen. Die notwendige Erhöhung des Gewichts des Tunnelelements für die Absenkung und die spätere Positionierung wird durch das kontrollierte Füllen von je 4 Ballasttanks mit Wasser gewährleistet.

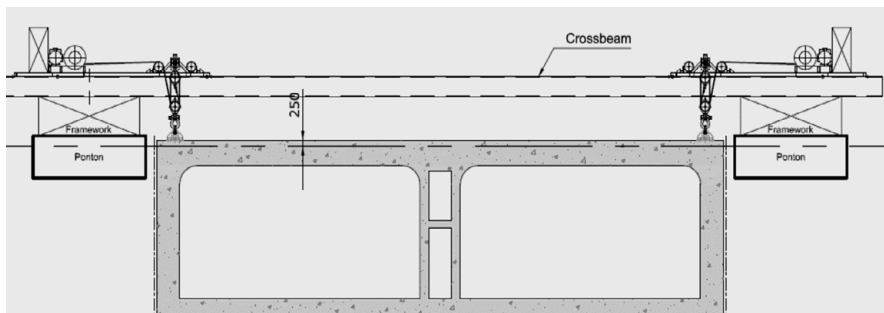


Abb. 18: Prinzip der Abhängekonstruktion



Abb. 19: Tunnелеlement 1 während des Einschwimmvorgangs

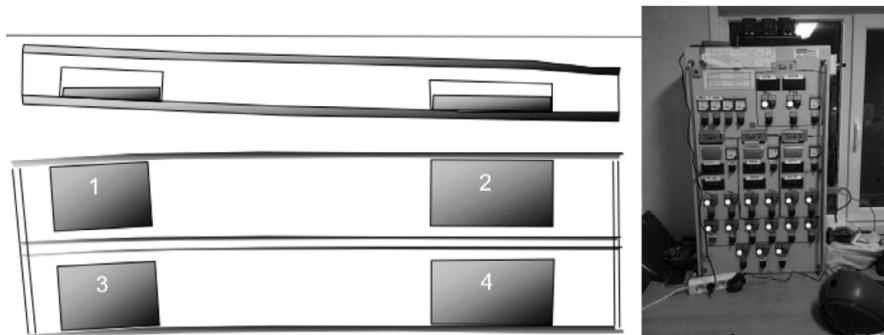


Abb. 20: Prinzipdarstellung Ballasttanks / Steuereinheit

Die Ballasttanks bestehen aus ausgefachten Stahlträgern, welche mit einer durchgängig verschweißten Folie ausgekleidet sind. Das Fassungsvermögen der Tanks beträgt je ca. 700 - 900 m³.



Abb. 21: Ballasttanks

Während der Absenkung werden die Ballasttanks so weit geflutet, dass in den 4 Abhängepunkten Zugkräfte von ca. 30 - 60 to entstehen. Bei einem Gesamtgewicht des Tunnelelements von ca. 30.000 to entspricht die Last in der Abhängekonstruktion damit nur ca. 0,4 ... 0,8%.



Abb. 22: Abhängekonstruktion

6.3 Temporäre Abstützung der Tunnelelemente

Wenn das Element abgesenkt wird, wird es auf je zwei Auflagerpunkten an der primären und sekundären Seite temporär gehalten.

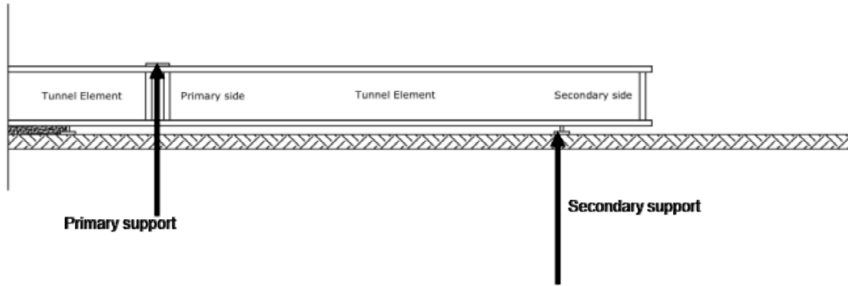


Abb. 22: Prinzip temporäre Abstützung

Das Auflager am primären Ende des Elementes besteht aus einer Wippen - Konstruktion, die mittels hydraulischer Pressen einen geringen Höhenausgleich ermöglicht. Während des Absenkvorgangs gleitet der Träger in den Catcher der auf dem jeweils vorherigen Element installiert ist. Der Stahlträger und der Catcher werden vor der Absenkung exakt ausgerichtet und entsprechend dem jeweiligen Aufmaß unterfüttert. Damit ist die Position senkrecht zur Tunnelachse fest definiert, es ist lediglich eine Anpassung der Höhe mittels der Pressen am Stahlträger möglich.



Abb. 24: Primary support - Wippen-Konstruktion

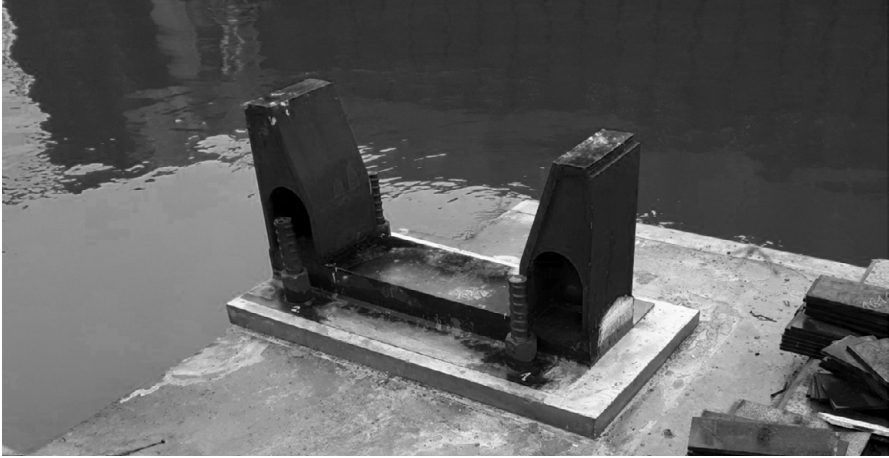


Abb. 25: Primary support - Catcher auf dem jeweils vorherigen Element

Für das Auflager am sekundären Ende werden Pfähle in den Göta Älv gerammt und entsprechende Auflager durch Taucher eingebaut. Durch in den Rohren angeordnete Pressen ist eine vertikale Justierung des Tunnelelements möglich. Weiterhin erfolgt eine seitliche Ausrichtung und Fixierung des Tunnелеlements durch die Konsolkonstruktion mit horizontalen Pressen.

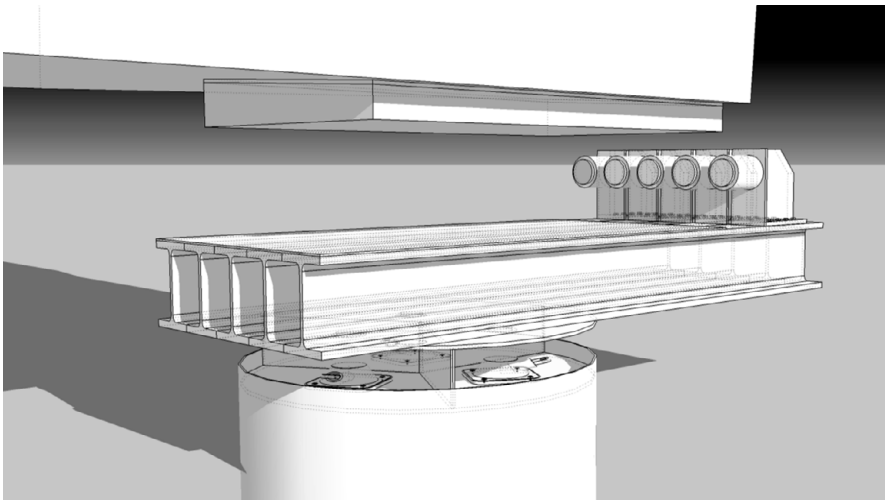


Abb. 25: Primary support - Catcher auf dem jeweils vorherigen Element

6.4 Unterspülung und Verfüllung

Der Einschwimmtunnel wird im Endzustand kontinuierlich durch den Baugrund gebettet. Dazu ist es notwendig den vorhandenen Zwischenraum zwischen Tunnelelement und dem anstehenden Boden kraft- und formschlüssig zu verfüllen. Zu diesem Zweck wird bei der Herstellung der Tunnelelemente ein Rohrsystem mit Auslässen auf der Unterseite des Elementes eingebaut.

Nach der Auflagerung des Tunnelelements auf den temporären Supportkonstruktionen werden nacheinander 12 „Pancakes“ durch Einspülen von Sand unter dem Tunnelelement hergestellt. Dazu muss vorab durch weitere Befüllung der Ballastwassertanks das Gewicht des Tunnelelements erhöht werden, um den zusätzlichen Auftrieb aus dem Spülvorgang sicher aufnehmen zu können.

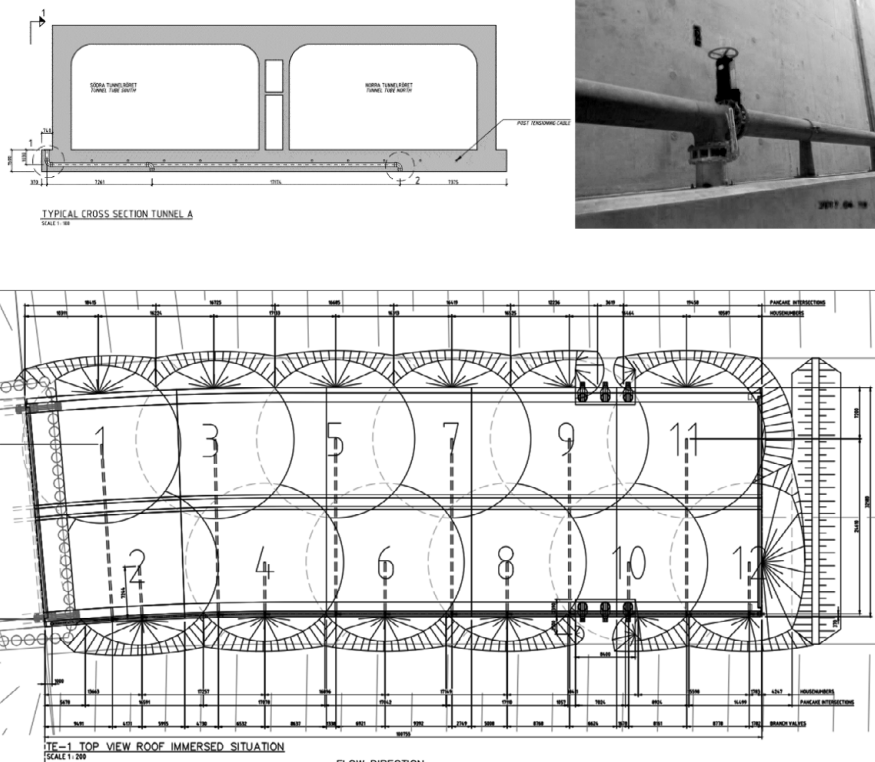


Abb. 27: Rohrleitungssystem zur Unterspülung

Zur seitlichen Sicherung des Elements wird im Anschluss an den Unterspülvorgang der Sporn des Elementes mit Material verfüllt.

Zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt die restliche seitliche Verfüllung und die Abdeckung des Einschwimmtunnels.

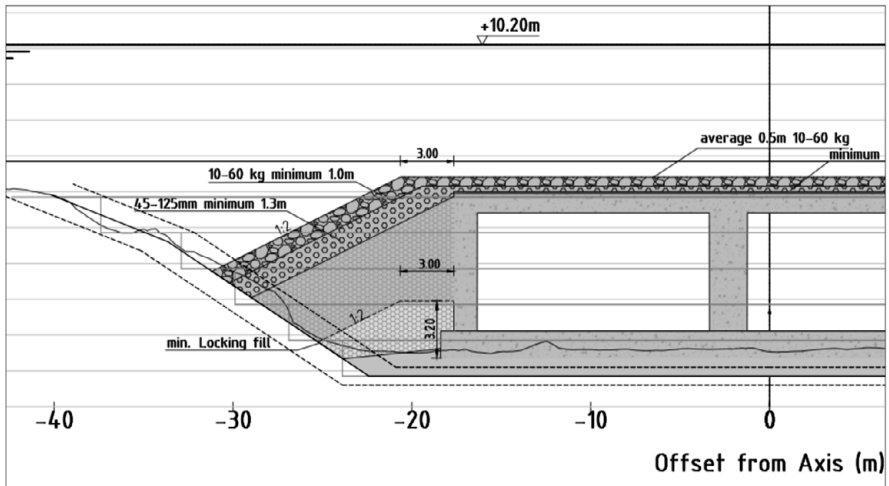


Abb. 28: Tunnelquerschnitt im Endzustand



Abb. 29: Verfüllarbeiten am Tunnelement



Abb. 31: "GINA-Gasket" Installation / im komprimierten Zustand



Abb. 32: Immersion Joint mit installiertem Omega-Fugenband

7 GEOTECHNISCHE MESSUNGEN

Ein umfassendes Geomonitoring Konzept wurde erstellt, um das mechanische Verhalten der Baugruben und etwaige Verformungen in der Umgebung der Baustelle zu überwachen. In dem empfindlichen Göteborg-Ton sind große Verformungen durch die Installation und Aushub der Baugruben und durch das Rammen der Pfähle zu erwarten.

Für das Monitoring-Konzept werden drei Hauptziele definiert, die das System zu erfüllen hat:

- Verformungen in der Umgebung zu erkennen, um in der Lage sein, zu verhindern, dass bestehenden Strukturen beschädigt werden und um Schaden an Dritten zu vermeiden.
- Das Verhalten des Bodens in und an den Baugruben und den Sicherungselementen zu erfassen, um die Stabilität der Strukturen zu bewerten und den gewählten Design-Ansatz zu überprüfen.
- Das Entlastungsverhalten des Bodens zu erfassen.

Zum Erreichen dieser Ziele wurden vor Beginn der Baumaßnahme über das gesamte Baufeld Inklinometer, Setzungslothe, Porenwasserdruckgeber und Extensometer installiert, teilweise bis in 55 m Tiefe. Da allerdings auch in dieser Tiefe für Inklinometer und Extensometer keine sicheren Fixpunkte anstehen, werden diese zusätzlich an den Kopfpunkten geodätisch überwacht.

Später wurden dann die Baugrubenwände mit weiteren Inklinometern bestückt und es wurden Dehnungen an den Steifen und in den Betonsohlen gemessen. Die meisten Messungen, insbesondere nahe an der Baugrube, erfolgen automatisch mit einer dezentralen Messanlage und werden in eine Datenbank übertragen und über das Internet für die Projektverantwortlichen visualisiert.

Abbildung 4 veranschaulicht Lage und Typ der installierten Systeme am Beispiel der Seite Marieholm. In kritischen Phasen der Bauarbeiten trägt das Messinter-

vall der Sensoren nahe der Baugrube 1 Stunde. Bei Grenzwertüberschreitungen wird automatisch alarmiert. Im weiteren Umfeld genügen tägliche oder auch wöchentliche Messungen.

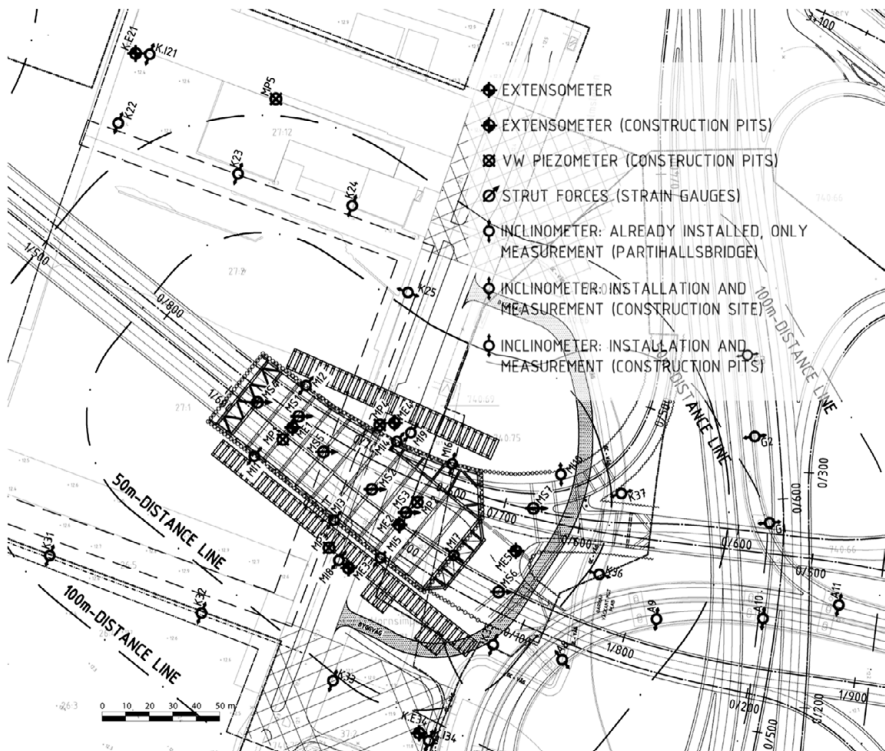


Abb. 33: Installierte Messpunkte und Messsysteme (Seite Marieholm)

8 ZUSAMMENFASSUNG

In Göteborg wird mit dem Marieholmstunnel ein neuer Straßentunnel als Absenktunnel unter dem Fluss Göta Älv gebaut. Mit Stand September 2019 konnten die wesentlichen Arbeiten wie die Absenkung der 3 Tunnелеlement erfolgreich und termingerecht abschlossen werden. Die Fertigstellung des schlüsselfertigen Tunnels einschließlich aller Ausbau- und Ausrüstungsarbeiten ist bis Ende 2020 geplant.

Marieholmstunnel - Herstellung eines Absenktunnels unter dem Fluss Göta älv
in der schwedischen Stadt Göteborg

Ruhl

Bauleistungsplanung

Erfolgsfaktor in den frühen Planungsphasen für die Realisierung von Bauvorhaben

Dr.-Ing. Fabian Ruhl

KREBS+KIEFER
Ingenieure GmbH

1 EINLEITUNG

Die Berücksichtigung der baubetriebswissenschaftlichen Erkenntnisse und Methoden in den frühen Planungsphasen von Bauvorhaben wird – unter dem Fachbegriff Baulogistik – zunehmend ein Erfolgsfaktor für die Realisierung von Bauvorhaben.

Die voranschreitende Digitalisierung, die Verbesserung der Abläufe auf der Baustelle, die Optimierung von Baugeräten und der technische Fortschritt bei Bauprodukten und Bauhilfsmitteln standen und stehen für die Innovationen bei der Bauprojektentwicklung. Auch in Zukunft werden durch „den Zwang“, bei der Ausführung für Lösungen zu sorgen, Verbesserungen angestoßen und Innovationen geboren.

Weniger Beachtung erfuhr in diesem Zusammenhang die systematische Eingliederung dieser Erkenntnisse und Methoden in den frühen Bauprojektphasen. Eine Berücksichtigung in den Leistungsbildern der Planung (z. B. in Deutschland der HOAI) hat es in einem möglichen und erforderlichen Umfang nicht gegeben. Bei vielen (privaten) Bauvorhaben wurde deshalb das Wissen und die Erfahrungen der Baustellen durch General- oder Totalunternehmerverträge in die frühen Planungsphasen transferiert. Damit soll das Know-how der Ausführung bereits in die Planung einfließen und so zur einer Verbesserung der Kosten-, Termin- und Qualitätsziele führen. Konsequenterweise müssen diese positiven Veränderungen durch die baubetriebswissenschaftlichen Methoden zu einer systematischen und organisationsformfreien Integration in die Planungsabläufe weitergeführt werden.

Einen erfolgversprechenden Ansatz dazu liefert die Baulogistikplanung. Während die klassischen Objekt- und Fachplanungsdisziplinen auf die Planung des endständigen Objekts ausgerichtet sind, ermöglicht eine frühzeitig implementierte und parallel zu den klassischen Planungsdisziplinen laufende Baulogistikplanung die Berücksichtigung der Produktionsrandbedingungen von Anfang an.

Nachfolgend wird ein ganzheitlicher Baugistikansatz zur Integration der genannten Aspekte unter Berücksichtigung des notwendigen Prozessdenkens¹, der zunehmende Lean Construction sowie verschiedener Fachquellen² vorgestellt.

2 SCHWACHSTELLENANALYSE

Während der Durchführung verschiedener Bauprojekte treten häufig ähnlich gelagerte Schwachstellen auf. Diese Schwachstellen offenbaren sich im Wesentlichen in der Bauausführung. Deshalb benötigen Baustellen in der Regel eine Anlaufphase bevor die Arbeitsprozesse zufriedenstellend ineinandergreifen. Funktioniert dieses Ineinandergreifen für die erste Bauphase mit Arbeiten im Erdbau und der Gründung, stehen Veränderungen der Ausführungsrandbedingungen durch sich verändernde Leistungen wie das Schalen, Bewehren und Betonieren an. Anschließend ergeben sich weitere Veränderungen durch das Hinzukommen verschiedener Ausbaugewerke. Der Bauprozess in der Gesamtbetrachtung ist deshalb - aufgrund der wechselnden Randbedingungen - als unstetig zu bezeichnen.

Diese Unstetigkeit führt bei einer Vielzahl von Bauprojekten zu einer Diskrepanz zwischen den Erwartungen an das Projekt und den Ergebnissen. Diese Tatsache trifft die Bauherrschaft, Ausführende und weitere Projektbeteiligte gleichermaßen. Ferner ist die öffentliche Wahrnehmung von solchen Bauprojekten, sofern die Öffentlichkeit davon betroffen ist, negativ behaftet. Konflikte, Einschränkungen, Kostensteigerungen und Terminverzögerungen bestimmen das herrschende Meinungsbild. In der Praxis zeigt sich, dass diese Phänomene bei Bauprojekten beliebiger Größenordnung auftreten.

¹ Vgl. Motzko et al. (2013): Praxis des Bauprozessmanagements

² Vgl. Ruhl/Motzko/Lutz (2018), Ruhl (2016), Haghsheno/Denzer/Bergmann (2014), Binder (2014), Etter/Girmscheid (2012), AHO Heft 25 (2011), Berner (2011), Hofstadler (2009), Helmus et al. (2009), Günthner/Zimmermann (2008), Bargstädt (2006), Boenert/Blömeke (2006), Krauß (2005), Schmidt (2003)

Es ist deshalb die Frage zu stellen, ob die wiederkehrenden Schwachstellen bei Bauprojekten systemimmanente Sachverhalte in der Ausführung sind oder ob es zeitlich frühere Eingriffs- und Entscheidungsmöglichkeiten gibt. Eine vom Herstellungsprozess ausgehend retropektive Betrachtung des Gesamtprojektablaufs beginnt zunächst beim Bauvertrag und der Leistungsbeschreibung. Verschiedene Analysen³ kommen gleichermaßen zu dem Ergebnis, dass in der Schnittstelle zwischen dem Planungsprozess und der Eingabe in den Produktionsprozess nicht alle erforderlichen und benötigten Randbedingungen beschrieben werden. In vielen Fällen sind die Anforderungen einer eindeutigen und wagnisarmen Leistungsbeschreibung (z. B. in Deutschland nach § 7 VOB/A) von der Bauherrschaft und dem Planer nicht erfüllt und werden gleichzeitig von den Ausführenden nicht gerügt. Dies führt zu Problemen bei der Kalkulation, Meinungsverschiedenheiten bei der Leistungsdefinition und Widersprüchen bei der Ausführung. Hieraus ergibt sich ein Ansatzpunkt für eine systematische Verbesserung.

Offenbaren sich die vorgenannten Schwächen im Bauvertrag und der Leistungsbeschreibung, ist in dem vorgelagerten Planungsprozess zu hinterfragen, ob nicht in diesem Projektabschnitt ebenfalls Verbesserungspotenzial vorhanden ist. Nach einer grundlegenden Analyse der Planungs- und Projektmanagementleistungsbilder⁴ lässt sich der Rückschluss ziehen, dass für Schnittstellen, Vernetzungen und Definitionen der Produktionsrandbedingungen in der Planungsphase vielfältige Interpretationsmöglichkeiten und zum Teil Widersprüche in den Regelwerken vorhanden sind. Dies zieht planerische und organisatorische Lücken nach sich und führt dazu, dass Unschärfe und Interpretationsspielräume bei der Leistungsdefinition und den Bauablaufprozessen entstehen. Hieraus ergibt sich ein Ansatzpunkt für die Prozessoptimierung.

Weiter in der zeitlichen Rückwärtsbetrachtung finden Schmidt⁵ und Leinz⁶ bereits zu Projektbeginn eine weitere Schwachstelle in den unzeitgemäßen Organisa-

³ Vgl. z. B. Motzko et al. (2013): Praxis des Bauprozessmanagements, S. 4 ff.

⁴ Vgl. Ruhl (2016): Entwicklung eines Baulogistikprozessmodells, S. 12 ff.

⁵ Vgl. Schmidt (2003): Wettbewerbsfaktor Baulogistik

⁶ Vgl. Leinz (2006): Die Optimierung der Beschaffungsfunktion in Bauunternehmen

tionsstrukturen bei der Abwicklung von Bauprojekten und in einer fehlenden Berücksichtigung des „Flusses“ bzw. der „Wertschöpfungskette“. Dieses Defizit in den Organisationsstrukturen verursacht Lücken in Leistungsbildern der Planung und zieht Blockaden oder Behinderungen durch die Vertretung partikularer Interessen nach sich. Die Besonderheiten fehlender gemeinsamer sowie langfristiger Wirtschaftsstrategien und stetig wechselnden Stakeholder von Bauprojekt zu Bauprojekt, bergen die Gefahr, dass eine Vielzahl an partikularen Interessen dem Gesamtziel eines erfolgreichen Projekts entgegenlaufen können. Zumindest steigt der Aufwand für die Ausrichtung auf einen gemeinsamen Projekterfolg in Form organisatorischer Maßnahmen. Dies stellt beispielsweise auch einen wesentlichen Unterschied zur Wertschöpfungskette der stationären Industrie dar.

Unbestritten hat die Diversifizierung von Risiken und Gefahren, neben der Bereicherung eines Projekts durch mehrere Einflüsse und den Zwang zur Kompromissfindung in der Planung auch Vorteile. Hieraus ergibt sich ein Abwägungspunkt für den Bauherrn und die Möglichkeit der strukturellen Verbesserung des Gesamtprojekts.

Mit dem Bewusstsein über die Schwachstellen und Verbesserungspotenziale besteht die Möglichkeit, „Bauen neu zu denken“ und gemäß dem Motto der Veranstaltung „alt Hergebrachtes neu anzudenken und neue Wege aufzuzeigen“⁷.

3 BAULOGISTIKVERSTÄNDNIS

Baulogistik ist, ausgehend von der Flussanalyse und -prognose der erforderlichen Transfers für den Produktionsprozess, die Initiierung, Planung, organisatorische Integration sowie Ausführung der erforderlichen Leistungen für die Ver- und Entsorgung der Baustelle und gleichzeitig der Rahmen der Produktionsbedingungen (Baustellenlogistik). Dabei berücksichtigt die Baulogistik unter der Prämisse

⁷ Vgl. Heck (2019): Kongressflyer zum 5. Internationalen BBB-Kongress

der Wertschöpfung in der Regel neben den Hauptattributen Transport und Flächen weitere Attribute wie Flächen- und Containermanagement, Abfallbewirtschaftung, Medienversorgung, Sicherheit und Schutzleistungen sowie Baugeräte. Die übergeordnete Informationslogistik durch die Baustelleninformationen und zentralisierte Organisation vervollständigt diesen Rahmen. Ferner kann es zur Erfassung weiterer projektindividueller Produktionsrandbedingungen im Rahmen der Baulogistik als Supply Chain kommen.

Das Prozesskonzept gemäß Abbildung 1 durchläuft dabei die Stufen der Baulogistikinitiiierung, der Baulogistikplanung, der Baulogistikorganisation und der Baulogistikrealisierung. Diese werden nachfolgenden im Baulogistikprozessmodell aufgegriffen und näher erläutert.

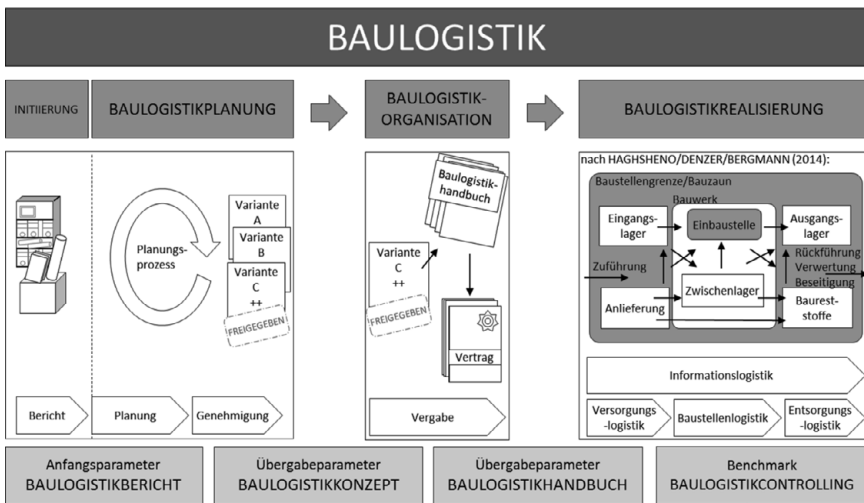


Abb. 1: Baulogistikprozesskonzept⁸

Im zeitlichen Ablauf des Prozesskonzepts erfolgt eine zunehmend detailliert werdende Planung anhand von neun Baulogistikattributen. Für die projektindividuelle Bestimmung der Komplexität und der Auswirkungen auf das Projekt sollten bei-

⁸ Vgl. Fortschreibung aus Ruhl (2016): Entwicklung eines Baulogistikprozessmodells, S. 89

spielhaft die folgenden Stichpunkte sowie deren Schnittstellen, Abhängigkeiten und Auswirkungen für diese Baulogistikattribute beachtet werden.

- Baulogistikattribut 1 „Transport“: Anbindung an das bestehende Straßennetz, Verkehrsbeschränkungen, Verkehrssicherung, Transportwege auf der Baustelle, Emissionen, Genehmigungen etc.
- Baulogistikattribut 2 „Fläche“: Beschaffenheit und Verfügbarkeit von Baustelleneinrichtungsflächen, Platzbedarf, Verwaltung etc.
- Baulogistikattribut 3 „Containermanagement“: Bedarf, Vorhaltungsplanung, Belegsteuerung, Positionierung etc.
- Baulogistikattribut 4 „Abfallbewirtschaftung“: Vermeidung, Handhabung, Verwertungsprozesse, Nachweisführung etc.
- Baulogistikattribut 5 „Organisation und Information“: Informationsdistribution, Baustellenbetriebszeiten, Kommunikationsmöglichkeiten auf der Baustelle, Baulogistikorganisationseinheit, Einweisungs-/Anmeldeerfordernisse, Sanktionierung etc.
- Baulogistikattribut 6 „Medienversorgung“: Versorgung der Baustelle mit elektrischem Strom, Wasser, Druckluft, Treibstoffen, Kommunikationsnetzen, Übergabepunkten, An- und Abmeldeverfahren, Benutzungsregeln etc.
- Baulogistikattribut 7 „Sicherheit und Schutzleistungen“: Zuordnung von Verantwortlichkeiten, Meldepflichten, Zugangs- und Schlüsselmanagement, Natur- und Umgebungsschutz, Verkehrssicherungspflichten etc.
- Baulogistikattribut 8 „Geräte“: Einsatzmöglichkeiten, Einsatzbeschränkungen, Auf- und Abbaurestriktionen, Verfügbarkeiten, Gebrauchsüberlassung etc.
- Baulogistikattribut 9 „Sonstige baulogistische Leistungen“: Sammelbegriff für projektindividuelle Leistungen, welche im Rahmen der baulogis-

tischen Leistungen angegliedert werden sollen, wie z. B. Baureinigung, Winterdienst, Winterbau.

4 BAULOGISTIKPROZESSMODELL

Unter Berücksichtigung der Schwachstellen, des aufgezeigten Verbesserungspotenzials sowie dem Baulogistikverständnis ist eine systematische Eingliederung der Baulogistikplanung in alle Bauprojektphasen vorzunehmen. Dazu kann das entwickelte Baulogistikprozessmodell⁹ und die grundsätzliche Einordnung der Baulogistikplanung als Fachplanungsleistung gem. Abbildung 2 erfolgen.

Die Baulogistik liefert dabei in Anlehnung an die ersten Leistungen der Objektplanung (z. B. in Deutschland nach der Leistungsphase 1 der HOAI) den Baulogistikbericht als Ergebnis der Baulogistikinitiierung in Form einer Beratungsleistung. Dabei werden aus den allgemeinen Baulogistikattributen projektindividuell diejenigen extrahiert, deren Komplexität und Auswirkungen wesentliche Auswirkungen auf das Projekt entfalten. Diese Entscheidungsgrundlage versetzt den Bauherrn in die Lage, die weiteren Leistungen, terminliche Abhängigkeiten und Baulogistikkosten für sein Bauprojekt einzuplanen. Als Hilfsmittel kann das Entscheidungsnetz der Baulogistik¹⁰ genutzt werden. Der Baulogistikbericht definiert die Anfangsparameter für die nächste Stufe „Baulogistikplanung“.

⁹ Vgl. Ruhl (2016): Entwicklung eines Baulogistikprozessmodells

¹⁰ Vgl. Ruhl (2018): Baulogistikplanung, S. 14

Bauleistungsplanung: Erfolgsfaktor in den frühen Planungsphasen für die Realisierung von Bauvorhaben

HOAI	BAUHERRSCHAFT	PLANER	AUFTRAGNEHMER
Leistungsphase	Auftraggeberschaft/Projektsteuerung	Objektplaner/Bauleistungsplaner	Unternehmer/Bauleistungsdienstleister
Bedarfsplanung	Entwicklung von Bauleistungszielen		
1 Grundlagenermittlung	Entscheidung zum Bauleistungsleistungsbild	BAULEISTUNGSBERICHT	
2 Vorplanung	Überprüfung der Termin-, Kosten- und Qualitätsziele	Bauleistungsgrobkonzept	
3 Entwurfsplanung	Festlegung der Entwurfsvariante	Bauleistungsentwurfsplanung	
4 Genehmigungsplanung	Erwirken der Baugenehmigung	BAULEISTUNGSKONZEPT	
5 Ausführungsplanung	Überprüfung der Termin-, Kosten- und Qualitätsziele	BAULEISTUNGSHANDBUCH	
6 Vorbereiten der Vergabe	Festlegung des Bauleistungsregelwerks	Leistungsbeschreibung	
7 Mitwirken bei der Vergabe	Beauftragung	Prüfung und Wertung	Kalkulation und Arbeitsvorbereitung
8 Objektüberwachung	Freigabe von Veränderungen	BAULEISTUNGSCONTROLLING	Ver- und Entsorgungslogistik Baustellen- und Informationslogistik
9 Betreuung			

Abb. 2: Bauleistungsprozessmodell¹¹

Parallel zur Objektplanung in den weiteren Leistungen (z. B. in Deutschland nach den Leistungsphasen 2 bis 4 der HOAI) wird im iterativen Planungsprozess ein Bauleistungskonzept als Ergebnis der Bauleistungsplanung erarbeitet. Dabei kann je nach Erfordernis zusätzlich eine Unterteilung in ein Grobkonzept (z. B. in Deutschland zur Budgetierung nach RBBau oder zum Variantenvergleich, Leistungsphase 2 HOAI) und ein Ausführungskonzept (z. B. in Deutschland als Beistellung zur Baugenehmigung, Leistungsphase 4 HOAI) erfolgen. Das Bauleistungskonzept dient als Übergabeparameter für die nächste Stufe „Bauleistungsorganisation“.

Im Zuge der Bauleistungsorganisation erfolgt einerseits die Festlegung der bauleistungswirtschaftlichen Regeln für die Vergabe der Bauverträge und andererseits die organisatorische Zuordnung der Bauleistungsdienstleistungen. Als zentrales Ergebnisdokument dieser Stufe fungiert das Bauleistungshandbuch. Die organisatorische Zuordnung des Bauleistungshandbuchs kann

- als Beistellung zu den klassischen Baugewerken (z. B. Bauzauleistungen und Toilettencontainer als Bestandteil der Rohbau-Vergabe, Baustromversorgung bei Elektrogewerk),

¹¹ Vgl. Ruhl (2016): Entwicklung eines Bauleistungsprozessmodells, S. 91 ff. Fortschreibung. Vereinfachte, stichpunktartige Darstellung der Leistungsphasen. Sinngemäß für alle Objektplanungen anwendbar.

- als Bestandteil eines General-/Totalunternehmervertrags zur Klarstellung der Kalkulations- und Ausführungsrandbedingungen und dortigen Verwendung für Nachunternehmer,
- als separates Gewerk (z. B. Baustellenbewachung/Schließdienst durch einen spezialisierten Sicherheitsdienst, Bürocontainerdienst und Baustromversorgung durch einen spezialisierten Dienstleister) oder
- als gesamtes Baulogistikdienstleistungsgewerk erfolgen.
- Das Baulogistikhandbuch beinhaltet als baulogistisches Regelwerk die Übergabeparameter für die nächste Stufe „Baulogistikcontrolling“.

Die Stufe der Baulogistikrealisierung betrachtet den gesamten Produktionsprozess „Baustelle“ in Form eines Baulogistikcontrollings. Hierbei liegt der Fokus auf der Überwachung der Umsetzung der Regelungen des Baulogistikhandbuchs, dem Ineinandergreifen der logistischen Abläufe und der Koordination der Ver- und Entsorgung sowie der Baustellenlogistik. Dies erfolgt in Abhängigkeit von der im Baulogistikkonzept und -handbuch festgelegten Zuordnung der baulogistischen Leistungen in Form einer Fachbauleitung. Anhand von Feststellungen und bauablaufbedingten Veränderungen sind Modifikationen in Abstimmung mit dem Objektplaner und der Bauherrschaft vorzusehen, abzustimmen und umzusetzen. Bis zur Fertigstellung sind dann auf das Notwendige zu beschränkende Anpassungen am Baulogistikhandbuch vorzunehmen und bekanntzugeben.

5 ANWENDUNG IM PRAXISBEISPIEL

Im innerstädtischen Bereich einer deutschen Großstadt soll ein rund 10.000qm großes Areal bebaut werden. Gemäß dem politischen Beschluss soll dies kleinteilig mit 30 Einzelobjekten erfolgen. Vorgesehen sind Wohn- und Geschäftshäuser mit bis zu fünf Geschossen. Das Areal befindet sich im dicht bebauten Bereich. Es ist lediglich eine Grundstücksseite frei zugänglich, an der eine Straße mit Straßenbahnverkehr und hohem Fuß- und Radfahrerverkehr verläuft. Weitere Einschrän-

kungen in der Nutzbarkeit der Straße, bestehend durch die Oberleitungsmaste der Straßenbahn und Parkbuchten für die Geschäfte. Die Aufrechterhaltung dieser Funktionen ist über die gesamte Bauzeit zwingend zu gewährleisten. Für jedes Einzelobjekt erfolgt die Planung durch einen eigenen Objektplaner. Diese Einzelplanungen sollen in einen gemeinsamen Bauantrag und in eine für den Rohbau gebündelte Ausschreibung münden. Bei den Fassaden und Ausbaugewerken sind aufgrund des vorgegebenen Unikatzwangs Einzelvergaben aus technisch Gründen notwendig.

Bereits im Rahmen der Bedarfsplanung hat die Bauherrschaft die Reduzierung der Komplexität in Bezug auf die Aufrechterhaltung der allgemeinen Ordnung und des Zusammenwirkens der verschiedenen Unternehmer nach § 4 Abs. 1 VOB/B als einen wesentlichen durch die Bauherrschaft zu beeinflussenden Erfolgsfaktor für das Gesamtprojekt erkannt. So wurde mit Projektbeginn ein externer Berater eingeschaltet, um die baulogistische Komplexität einzustufen und die Randbedingungen für einen am Gesamterfolg des Projekts ausgerichteten Interessenausgleich in der Umsetzung der Einzelobjekte zu definieren. Ziel dieser Vorgehensweise sollte es sein, dass bereits in der Planungsphase die Ausführungsrandbedingungen bei den Einzelplanungen Berücksichtigung finden und Anpassungsmöglichkeiten identifiziert werden. Dabei war einerseits die Diversität der Objekte sowie der Gewerke zu berücksichtigen und andererseits die knappen Ressourcen (z. B. das Baulogistikattribut Fläche) mit der vorgesehenen Ausführungsstruktur (Gesamtrohbau mit Einzelausbaugewerken) in Einklang zu bringen.

Das Entscheidungsnetz der Baulogistik¹² fand im Rahmen des Baulogistikberichts Anwendung. Dabei wurde beispielsweise das Baulogistikattribut Fläche als sehr komplex im Kontext der allgemeinen Ordnung auf der Baustelle und im Zusammenwirken der Unternehmer eingeschätzt und zur Reduzierung dieser Komplexität zu einer baulogistischen Fachplanungsleistung geraten. Diese Einschätzung basierte insbesondere auf den zeitlichen Ablaufvorstellungen der Bauherrschaft mit

¹² Vgl. Ruhl (2018): Baulogistikplanung, S. 13 ff.

einer sehr hohen Gleichzeitigkeit der Objekte und einer geringen Verfügbarkeit von Flächen durch den hohen Bebauungsgrad des Areals. Als Lösungsansätze wurden im Rahmen des Baulogistikberichts die Vergrößerung von Baustelleneinrichtungsf lächen sowie die Auslagerung von nicht zwingend arealgebundenen Ressourcen vorgeschlagen. In einem Verfahrensvergleich wurden der Bauherrschafft Varianten für die Ausrichtung eines projektspezifischen Leistungsbilds der Baulogistikplanung aufgezeigt und eine Vorzugsvariante empfohlen.

Auf Basis der Ergebnisse der Vorzugsvariante erfolgte die Festlegung der Bauherrschafft zum Leistungsbild der Baulogistikplanung. Im anschließenden Vergabewettbewerb wurde die Baulogistikplanung an einen Fachplaner vergeben.

Im Rahmen der Baulogistikinitiierung, am Beispiel des Baulogistikattributs Fläche, wurde mit einer Negativplanung zunächst dargestellt, welche Flächen für die Bauausführung nicht zur Verfügung stehen und welche Flächen unter Einschränkungen genutzt werden können. Übrig blieben in der Darstellung als Baustelleneinrichtungsf läche nutzbare Bereiche des Areals. Bereits die Plausibilitätsprüfung – ohne weitere Fluss- und Ressourcenplanung und Berechnungen – zeigte, dass ebenerdig eine deutlich zu geringe Flächenverfügbarkeit über die vorgesehene Bauzeit gegeben war.

Gleichzeitig war jedoch, aufgrund der geometrischen Randbedingungen, offensichtlich, dass eine Bündelung der Logistikprozesse ebenfalls ebenerdig erfolgen muss. Die Logistikprozesse in Form von Anlieferung, Verteilung, Kommissionierung und Abtransport von Baumaterial benötigten zusätzliche zur Baustelleneinrichtung ebenfalls notwendige Flächen. Auch die Betrachtung in den Schnittstellen zu den Baulogistikattributen Transport (Bewegungsflächen für Lkw), Containermanagement (notwendige Stellflächen für Baustellencontainer) und Sicherheit/Schutzleistungen (Bauzaustellflächen, Zugangsbereiche und Feuerwehrflächen) weisen eine erforderliche Berücksichtigung bei der Flächenzuordnung auf. An diesem Beispiel lässt sich der unterschiedliche Bedarf an einer Ressource verdeutlichen.

Ergebnisse der Initiierungsphase in diesem Fall waren die Maximierung der Flächen, das Herausarbeiten der Einschränkungen sowie eine Zuordnung und Festlegung von Verantwortlichkeiten mit dem Ziel einer Ressourcenaufteilung im Sinn

des Gesamtprojekts. Hierzu wurden verschiedene Varianten und Untervarianten geprüft, verglichen und der Bauherrschafft zur Entscheidung hinsichtlich der weiteren Vorgehensweise im Baulogistikgrobkonzept vorgelegt.

Mit den bauherrenseitigen Festlegungen zur Aktivierung der Untergeschosse als Kommissionierungs- und Lagermöglichkeit, einer Auslagerung des Containerdorfs sowie eine Begrenzung der für die Ausbaugewerke auf der Baustelle zur Verfügung gestellten Lagerkapazitäten, wurde die Entwurfsplanung als wesentlicher Bestandteil des Baulogistikkonzepts begonnen.

Im Rahmen der Entwurfsplanung erfolgte u. a. eine Baustraßenplanung in Abstimmung mit Leitungsbetreibern für die im Untergrund mit zu geringer Überdeckung liegenden Starkstromtrassen, mit den Verkehrsbetrieben und dem Regierungspräsidium (BOStrab) zur Mobilisierung eines Oberleitungsmastes sowie mit der Verkehrsbehörde zur Einbindung des Baustellenverkehrs in den öffentlichen Verkehr.

Innerhalb der Baustelle wurden z. B. mit Hilfe einer Flussanalyse die Engstellen der Materialtransportkette herausgearbeitet. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die Gerüstplanung und zugehörige Leistungsbeschreibung in Abstimmung mit den Planern von Standardbauweisen (Querholm in der untersten Lage) zu angepassten Lösungen zu verändern. Des Weiteren wurde ein innenliegender Bauaufzug in Abstimmung mit dem Amt für Arbeitsschutz realisiert sowie durch Umstellung des Planungsablaufs die beiden Untergeschossebenen mit Genehmigung der Feuerwehr als Lagerfläche mit ca. 6.000 qm für den gesamten Ausbau aktiviert. Mit diesen beispielhaften Ergebnissen der Genehmigungsplanung wurde das Baulogistikkonzept abgeschlossen.

In der Baulogistikorganisation erfolgte zu den o. g. Beispielen eine Darstellung des Regelablaufs zur Materiallieferung im Baulogistikhandbuch. Das Baulogistikhandbuch wurde allen Bauvergaben zur Kalkulation und als Ausführungsregelwerk beigelegt. Bereits bei der Angebotskalkulation konnten die Bieter dementsprechend die für sie relevanten Abhängigkeiten, Einschränkungen und Verfügbarkeiten berücksichtigen. Klargestellt wurden die Verantwortlichkeiten der Gewerke sowie die Schnittstellen zum bauherrenseitig eingesetzten Baulogistikdienstleister.

Parallel zu den Vergabeprozessen der Gewerke wurde ein Baulogistikdienstleister im europaweiten Vergabefahren ausgeschrieben. Das Baulogistikhandbuch und das Baulogistikkonzept mit allen Planunterlagen wurden dafür vom Baulogistikplaner in eine Leistungsbeschreibung überführt. Zum Abschluss des Wettbewerbs erfolgte die Prüfung und Wertung sowie Vergabeempfehlung des Baulogistikplaners an die Bauherrschaft und abschließend der Vertragsschluss zwischen Bauherrschaft und Baulogistikdienstleister.

Die Baulogistikrealisierung in verschiedenen Projektphasen kann am Beispiel des Materialflusses in Abbildung 3 nachvollzogen werden.

Abb. 3: Materialfluss¹³

Nach einer Bedarfsplanung des jeweiligen Gewerks unter Beachtung definierter Stückgutgrößen (Europalette, genormte Gitterboxen etc.) und der vertraglich ver-

¹³ Eigene Darstellung.

einbarten Lagerkapazität je Gewerk erfolgte eine Anmeldung der Lieferung in einem Online-Avisierungsprogramm des Baulogistikdienstleisters. Nach Prüfung des Antrags auf Konformität mit dem Baulogistikhandbuch und der Verfügbarkeit der notwendigen Ressourcen erfolgte durch den Baulogistikdienstleister eine Bestätigung der Lieferung und Zuweisung des Zeitfensters und der Entladehilfen. Das Management der kapazitativen Engstellen auf der Baustelle wurde verantwortlich dem dauerhaft vor Ort tätigen Baulogistikdienstleister zugeordnet, so dass unproduktive Zeiten durch Unkenntnis der Flächenzuordnung (Orientierung und Suche) oder partikuläre Interessen (unzulässige Flächennutzung/Flächenblockade) reduziert werden konnten. In Abhängigkeit der bestätigten Anmeldung erfolgte eine zielgerichtete Entladung und Weitertransport der Materiallieferung zum Einbauort in einem Zug vom Lkw oder eine Zwischenlagerung in den Unterschossen mithilfe des Bauaufzugs.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorangestellten Ausführungen des theoretischen Modells der Baulogistik wurden in einem Praxisbeispiel erfolgreich angewendet und anhand des Baulogistikattributs Fläche vorgestellt. Hierbei ergaben sich durch planerische Abwägungen, Variantenvergleiche und das frühzeitige Einbeziehen und Abstimmen mit Genehmigungsbehörden verschiedene Möglichkeiten einschränkende Ausführungsrandbedingungen vor der Bauausführung baulich anzupassen. Zum Abschluss der Planung konnten weitere Einschränkungen organisatorisch verbessert werden. Damit konnten die Zwangspunkte für die Ausführung deutlich reduziert werden. Verbliebene Zwänge wurden transparent gemacht und so weitergegeben, dass eine erschöpfende und wagnisarme Leistungsbeschreibung erfolgen konnte.

Als Fazit ist festzuhalten, dass durch die Berücksichtigung des Baulogistikprozessmodells und der sich aus dem Prozesskonzept ergebenden Stufen folgende Veränderungen im Gesamtprojekt erzielt werden konnten:

- Auflösung von Unsicherheiten in der Leistungszuordnung und Vermeidung von Interessenskonflikten bei der Planung und Ausführung,

- Integration in den gewohnten und HOAI-konformen Planungsablauf,
- Berücksichtigung bereits eingeführter Baulogistikbegriffe, eindeutige Definition dieser und Einordnung in den zeitlichen Projektablauf,
- Begründung und nachvollziehbare Darstellung des Mehrwerts der Implementierung der Baulogistik für die Bauherrschaft sowie die Projektbeteiligten,
- stufenweiser Abbau von Einschränkungen (baulich, organisatorisch und informativ) für die Bauausführung,
- Reduzierung von negativen Auswirkungen auf die Termin-, Kosten- und Qualitätsziele des Projekts durch Auflösung von Zwangspunkten und Ausführungsrisiken.

Erforderlich ist, dass das theoretische Modell durch den Unikatfaktor des Objekts, der örtlichen Gegebenheiten und der Projektorganisation projektspezifisch im Gesamtprojektprozess verankert wird. Dies beginnt mit dem Bewusstsein für die Pflicht und Möglichkeit der richtungsweisenden Beeinflussung zur Aufrechterhaltung der Allgemeinen Ordnung auf der Baustelle und zu Regelung zum Zusammenwirken der verschiedenen Unternehmer (z. B. in Deutschland nach § 4 Abs. 1 VOB/B) durch die Bauherrschaft und damit einer Initiierung der Baulogistikplanung als Fachplanung in den frühen Planungsphasen. Mit diesem Verständnis der Baulogistik ist dann sowohl strukturell, wie auch zeitlich eine größere positive Einflussnahme auf gegebene Zwangspunkte und Ausführungsrisiken gewährleistet. Die Baulogistikplanung wird so zu einem Erfolgsfaktor für die Realisierung von Bauvorhaben.

7 LITERATUR

Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e. V. - AHO-Arbeitskreis „Baulogistik“ (2011): Heft Nr. 25 - Leistungen für Baulogistik. Leistungsbild und Honorierung. Berlin: Bundesanzeiger Verlag.

Bargstädt, Hans-Jochim; Blickling, Arno (2006): Bauteilorientiertes Bauen auf der Basis von virtuellen n-D-Welten - Chancen für die Logistik. In: Clausen, Uwe (Hrsg.): Baulogistik - Konzepte für eine bessere Ver- und Entsorgung im Bauwesen. Erschienen in der Reihe „Logistik, Verkehr und Umwelt“. Dortmund: Verlag Praxiswissen.

Berner, Fritz (2011): Die Entwicklung projekt- und fertigungsspezifischer Baulogistikprozesse - Ein Planungsmodell. In: 2. IBW-Workshop „Simulation von Unikativprozessen“, Universität Kassel.

Binder, Florian (2014): Ereignisbasierte Steuerung baulogistischer Prozesse mit Echtzeit-Ortungssystemen. Darmstadt: Technische Universität, Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie Dissertation.

Boenert, Lothar; Blömeke, Michael (2006): Kostensenkung durch ein zentrales Logistikmanagement. In: Clausen, Uwe (Hrsg.): Baulogistik - Konzepte für eine bessere Ver- und Entsorgung im Bauwesen. Erschienen in der Reihe „Logistik, Verkehr und Umwelt“. Dortmund: Verlag Praxiswissen.

Etter, Sebastian; Girmscheid, Gerhard (2012a): Zentrales Logistikmanagement auf innerstädtischen Baustellen - Strategische Umsetzung. In: Bauingenieur Band 87, November 2012; S. 461-469.

Etter, Sebastian; Girmscheid, Gerhard (2012b): Zentrales Logistikmanagement auf innerstädtischen Baustellen - Operative Umsetzung. In: Bauingenieur Band

87, November 2012; S. 470-479.

Günthner, Willibald A.; Zimmermann, Josef (2008): Logistik in der Bauwirtschaft. Status quo, Handlungsfelder, Trends und Strategien. Studie mit Unterstützung des Clusters Logistik. Nürnberg: Bayern Innovativ. Gesellschaft für Innovation und Wissenstransfer.

Haghsheno, Shervin; Denzer, Michael; Bergmann, Jérôme (2014): Ein wichtiger Beitrag der Baulogistik. In: THIS 8/2014; S. 82-84.

Helmus, Manfred; Meins-Becker, Anica; Laußat, Lars; Kelm, Agnes (Hrsg.) (2009): RFID in der Baulogistik. Forschungsbericht zum Projekt „Integriertes Wertschöpfungsmodell mit RFID in der Bau- und Immobilienwirtschaft. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, GWV Fachverlage.

Hofstadler, Christian (2009a): Beschaffungslogistik für die Phase Bauwerk-Rohbau – Vereinfachte stochastische Berechnung der Anzahl der Transporte. In: Detlef Heck (Hrsg.): Festschrift 1969 – 2009. 40 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft; S. 65-78. Graz: Verlag der Technischen Universität Graz.

Hofstadler, Christian (2009b): Beschaffungslogistik für die Phase Bauwerk-Rohbau – Berechnung der Anzahl der Transporte für Stahlbetonarbeiten unter Anwendung der Monte-Carlo-Simulation. In: Christoph Motzko (Hrsg.): Festschrift anlässlich des 30-jährigen Bestehens des Instituts für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt – Baubetriebliche Aufgaben; S. 144-157. Düsseldorf: VDI Verlag.

Krauß, Siri (2005): Die Baulogistik in der schlüsselfertigen Ausführung. Ein Modell für die systematische Entwicklung projekt- und fertigungsspezifischer Logistikprozesse. Berlin: Bauwerk Verlag.

Leinz, Jürgen (2006): Die Optimierung der Beschaffungsfunktion in Bauunternehmen. In: Uwe Clausen (Hrsg.): Baulogistik – Konzepte für eine bessere Ver- und Entsorgung von Baustellen. Dortmund: Verlag Praxiswissen.

Motzko, Christoph; Mehr, Oliver; Klingenberger, Jörg, Binder, Florian (2013): Grundlagen des Bauprozessmanagements. In: Christoph Motzko (Hrsg.): Praxis des Bauprozessmanagements. Termine, Kosten und Qualität zuverlässig steuern. Berlin: Ernst & Sohn, S. 1-35.

Ruhl, Fabian (2016): Entwicklung eines Baulogistikprozessmodells. Dissertation, Institut für Baubetrieb, Technische Universität Darmstadt.

Ruhl, Fabian; Motzko, Christoph; Lutz, Peter (2018): Baulogistikplanung. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Schmidt, Norbert (2003): Wettbewerbsfaktor Baulogistik, Neue Wertschöpfungspotentiale in der Baustoffversorgung. In: Peter Klaus (Hrsg.): Edition Logistik, Band 6. Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag.

Insam

Brenner Basistunnel – Baulos H51 „Pfans – Brenner“:

Herausforderungen beim Bau des größten
Bauloses auf der österreichischen Projekt-
seite

Dipl.-Ing. Romed Insam

BBT SE

Die Abwicklung des Bauprojekts H51 „Pfons – Brenner“ stellt eine sehr große Herausforderung für alle Projektbeteiligten dar. Die komplexen und anspruchsvollen untertägigen Bauwerke mit Ausbruchsflächen von bis zu ca. 300 m² sollen in einer Zeit von nur 74 Monaten bei sehr beengten obertägigen Platzverhältnissen hergestellt werden. Mehrere parallel laufende zyklische und kontinuierliche Vortriebe werden dabei ausschließlich über den ca. 3,35 km langen Zugangstunnel Wolf versorgt. Zudem sollen größere Mengen an Ausbruchsmaterial für die Betonproduktion vor Ort wiederverwertet werden. Massentransporte können nur über die Brennerautobahn A 13 und nicht über die Bundesstraße B 162 abgewickelt werden. Darüber hinaus sollen auch Baumaterialien über die Schiene unter Nutzung der Anschlussbahn Wolf auf die Baustelle angeliefert werden.

1 EINLEITUNG

Der SCAN-MED-Korridor (Skandinavien-Mittelmeer) bildet die längste Nord-Süd-Verbindung mitten durch Europa von Helsinki bis Valletta. Diese trans-europäische Verkehrsverbindung verbindet die urbanen Zentren von Finnland, Schweden, Dänemark, Deutschland, Österreich und Italien mit den Häfen in Skandinavien und dem Mittelmeer.

Kernstück des SCAN-MED-Korridors ist der ca. 55 km lange Brenner Basistunnel (BBT) von Innsbruck bis Franzensfeste, der die natürliche Barriere der Alpen überwindet. Der BBT stellt eines der wichtigsten Infrastrukturprojekte dar und genießt höchste Priorität in der Europäischen Union (EU).

Der BBT schließt im Norden sowohl an den Bahnhof Innsbruck als auch an die Zulaufstrecken im Unterinntal an und mündet im Süden in die projektierte Neubau-strecke Richtung Verona und in den Bahnhof Franzensfeste der Bestandsstrecke. Die konkreten Planungen laufen seit 1999, Baubeginn für die ersten Bauabschnitte war im Jahr 2007 [1]. Der BBT wird wesentlich von der EU gefördert. Die Kosten werden zu 50 % (Erkundungsmassnahmen) bzw. 40 % (Hauptbaumassnahmen) durch die EU finanziert und die übrigen 50 % (Erkundungsmassnahmen) bzw. 60 % (Hauptbaumassnahmen) werden durch Österreich und Italien jeweils zur Hälfte getragen ^[2].

2 PROJEKTÜBERSICHT

2.1. Tunnelsystem

Der BBT besteht aus zwei eingleisigen Haupttunnelröhren in einem Abstand von 70 m, die durch Querschläge in regelmäßigen Abständen von ca. 333 m miteinander verbunden werden, sowie – zum Unterschied von vielen anderen langen Tunnelbauwerken – aus einem um ca. 10 m bis ca. 18 m tiefer liegenden, in der Mitte der beiden Haupttunnelröhren situierten Erkundungs- bzw. Servicestollen (Abb. 1). Zum Tunnelsystem gehören auch die vier Verbindungstunnel im Norden und Süden zur Verknüpfung mit den Bestandsstrecken. Darüber hinaus wird auch der seit über 20 Jahren bestehende zweigleisige Inntaltunnel (Umfahrung Innsbruck) durch bauliche Massnahmen sicherheitstechnisch aufgewertet und in das Tunnelsystem eingegliedert, wodurch sich eine gesamte Tunnellänge zwischen den Portalen in Tulfes (Österreich) und Franzensfeste (Italien) von 64 km ergibt.

Es sind insgesamt drei Nothaltestellen in einem Abstand von max. 20 km jeweils in Innsbruck, St. Jodok und Trens vorgesehen. An jeder Nothaltestelle ist eine Querkaverne situiert, in welcher eine Vielzahl von technischen Anlagen für den Betrieb und die Instandhaltung untergebracht sind. Jede Nothaltestelle ist über die Querkaverne durch einen Zugangstunnel erschlossen und mit Strassenfahrzeugen erreichbar. Die Zugangstunnel, die ein maximales Gefälle von ca. 10 % aufweisen, münden darüber hinaus auch direkt in den tiefer gelegenen Servicetunnel. Im BBT ist eine Überleitstelle südlich der Nothaltestelle St. Jodok als strategische Reserve vorgesehen.

Die Längsneigung der Haupttunnelröhren beträgt in der Regel 6,7 ‰ auf der österreichischen und 4 ‰ auf der italienischen Projektseite. Die Trassierung des BBT ist, mit Ausnahme der Portalbereiche im Norden und Süden, auf eine maximale Entwurfsgeschwindigkeit von 250 km/h ausgelegt. Abb. 1: Übersicht Tunnelsystem Brenner Basistunnel (BBT)

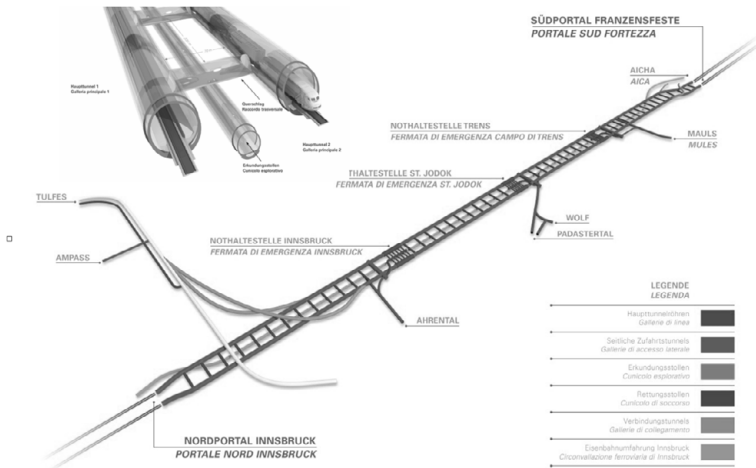


Abb. 1- Übersicht Tunnelsystem Brenner Basistunnel (BBT)

2.2 Baulose

Die Rohbauarbeiten des BBT gliedern sich in verschiedene Vor-, Erkundungs- und Hauptlose, die länderspezifisch in Österreich und Italien ausgeführt werden. Die verschiedenen Gewerke der Ausrüstung und Bahntechnik hingegen werden grenzüberschreitend abgewickelt. Die wichtigsten Erkundungs- und Hauptlose für den Rohbau des BBT sind in der Tabelle 1 ersichtlich.

Erkundungslose		Land	Ausführung
E41	Erkundungslos Ahrental	Österreich	2009-2013
E51	Erkundungslos Wolf 1	Österreich	2011-2012
E52	Erkundungslos Wolf 2 - Padastertal	Österreich	2013-2017
E53	Geologische Versuche Hochstegenzone	Österreich	2016-2018
E62	Erkundungslos Mauls 1	Italien	2011-2015
E91	Erkundungslos Aicha Mauls	Italien	2008-2011
Hauptlose		Land	Ausführung
H11	Hauptlos Bahnhof Innsbruck	Österreich	2017-2020
H21	Hauptlos Sillschlucht	Österreich	2020-2024
H33	Hauptlos Tulfes Pfons	Österreich	2014-2020
H41	Hauptlos Sillschlucht-Pfons	Österreich	2021-2025
H51	Hauptlos Pfons Brenner	Österreich	2019-2025
H61	Hauptlos Mauls 2-3	Italien	2016-2023
H71	Hauptlos Unterquerung Eisack	Italien	2014-2022
H81	Hauptlos Bahnhof Franzensfeste	Italien	wird in mehrere Arbeiten und sukzessive hergestellt

Tabelle 1: Übersicht der Erkundungs- und Hauptlose (Rohbau) des BBT (grau beschriftete Lose sind bereits fertig oder derzeit in Bau, schwarz beschriftete Lose sind noch auszuschreiben bzw. zu vergeben)

2.1.1 Hauptlose (Rohbau) auf der österreichischen Projektseite (Abb. 2)
Das Baulos **H11 „Bahnhof Innsbruck“** befindet sich seit 2017 im Bau und beinhaltet die erforderlichen Baumassnahmen für die Einbindung des BBT in den Hauptbahnhof Innsbruck.

Das Baulos **H33 „Tulfes – Pfons“**, das 2020 baulich fertig gestellt wird, besteht aus dem kontinuierlichen Vortrieb des ca. 15 km langen Erkundungsstollenabschnittes von ca. km 6,9 bis km 22,0 mittels einer offenen Gripper-Tunnelbohrmaschine (TBM-O) und aus den zyklischen Sprengvortrieben des Rettungsstollens Tulfes, der Querkaverne Ahrental, der Verbindungstunnel Innsbruck, der Haupttunnelröhren im Bereich Ahrental sowie der teilweisen Nothaltestelle Innsbruck.

Das Baulos **H21 „Sillschlucht“** beinhaltet kurze Tunnel in offener Bauweise, Stützmauern und Brücken im Bereich zwischen dem Bahnhof Innsbruck und dem Nordportal des BBT. Mit diesem Baulos, das im Sommer 2019 ausgeschrieben wurde, werden darüber hinaus auch die ersten ca. 130 m je Haupttunnelröhre in der Lockergesteinsstrecke vom Nordportal nach Süden vorgetrieben.

Anschliessend zum Baulos H21 „Sillschlucht“ und nach Fertigstellung des Bauloses H33 „Tulfes – Pfons“ folgt das Baulos **H41 „Sillschlucht – Pfons“**. Dieses beinhaltet den Vortrieb der restlichen Haupttunnelröhren von der Sillschlucht im Norden bis ca. km 13,5, den Restausbruch und Innenausbau der Nothaltestelle Innsbruck, den Innenausbau der Haupttunnelröhren und Querschläge vom Nordportal bis ca. km 13,5, der Querkaverne Ahrental, des Zugangstunnels Ahrental und des Erkundungsstollenabschnittes von der Sillschlucht bis ca. km 13,5.

Das Herzstück des Bauloses **H51 „Pfans – Brenner“** von ca. km 13,5 bis zur Staatsgrenze bei ca. km 32,1 ist der Knoten Wolf, bestehend aus der Nothaltestelle St. Jodok, der Querkaverne St. Jodok und der Überleitstelle St. Jodok. Bestandteile dieses Bauloses sind weiters die Vortriebe der Haupttunnelröhren von ca. km 13,5 bis ca. km 32,1 (Staatsgrenze) und des Erkundungsstollens.

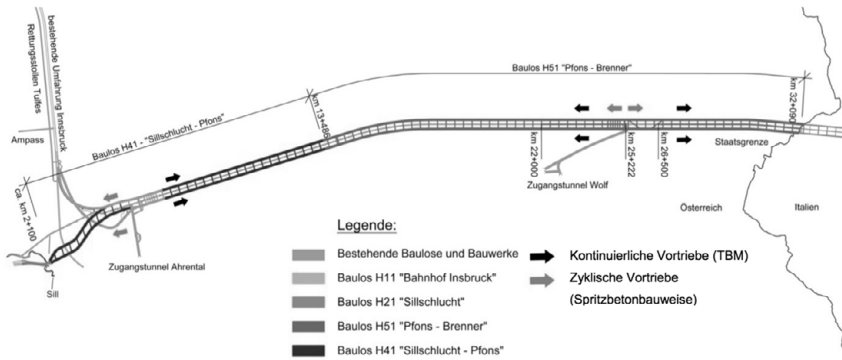


Abb. 2: Übersicht der Hauptlose auf der österreichischen Projektseite

3 BAULOS H51 „PFONS – BRENNER“

3.1. Überblick:

Das Baulos H51 "Pfans - Brenner" (Abb. 3), welches sich von ca. km 13,5 bis zur Staatsgrenze bei ca. km 32,1 erstreckt, ist das größte Baulos auf der österreichischen Projektseite [3]. Das Baulos H51 "Pfans - Brenner" wurde im März 2018 um knapp unter 1 Mrd. Euro nach dem Bestbieterverfahren an ein österreichisches - italienisches Konsortium vergeben. Der Baubeginn erfolgte im November 2018, die vorgesehene Baudauer beträgt knapp über 6 Jahre.

Mit diesem Baulos werden unter anderem folgende Arbeiten durchgeführt:

- Zyklischer Vortrieb des Erkundungsstollens in Richtung Süden (L = ca. 5,5 km) bis zur Staatsgrenze bei ca. km 32,1 und in Richtung Norden (L = ca. 3,2 km) bis zur Losgrenze mit dem Baulos H33 „Tulfes - Pfons“ bei km 22,0.
- Zyklischer Vortrieb des Knotens Wolf bestehend aus der Querkaverne, Nothaltestelle und Überleitstelle St. Jodok mit den dazugehörigen Bauwerken.

- Kontinuierlicher Vortrieb der Haupttunnelröhren mittels Einfach-Schildmaschinen (TBM-S) und Tübbingausbau in Richtung Süden (L = ca. 5,2km) bis zur Staatsgrenze bei ca. km 32,1 und Richtung Norden (L = 10,8 km) bis zur Losgrenze mit dem Baulos H41 „Sillschlucht - Pfnos“ bei ca. km 13,5.
- Zyklischer Vortrieb von 55 Querschlägen im Abstand von in der Regel ca. 333 m.
- Innenausbau aller im Baulos aufgefahrenen Tunnelbauwerke, wie Haupttunnelröhren, Querschläge, Nothaltestelle und Überleitstelle St. Jodok, Erkundungsstollen, sowie der Ausbau des Zugangstunnels Wolf inklusive Ausbau der Lüftungs- und Abzweigekavernen und anderer Nebenbauwerke, die mit den Vorlosen ausgebrochen worden sind.

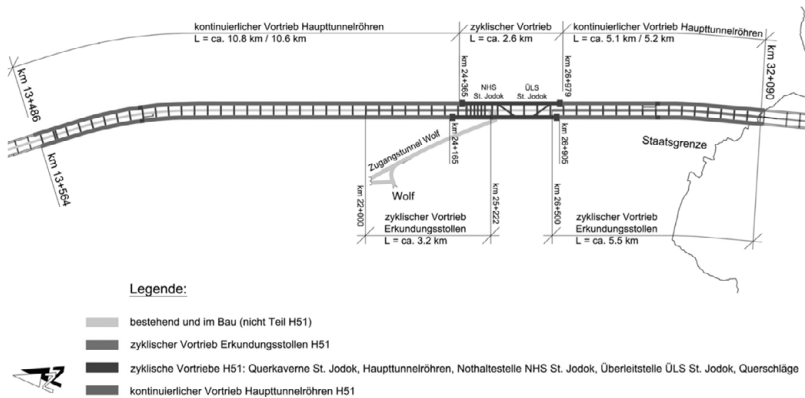


Abb. 3: Übersicht Baulos H51 „Pfnos - Brenner“

Darüber hinaus muss mit diesem Baulos die ca. 500 m lange Hochstegenzone aufgefahren werden, die in der Regel vorab aus dem Erkundungsstollen heraus mittels Injektionen etappenweise abzudichten ist. Nördlich der Hochstegenzone ist eine ca. 20-30 m mächtige Störungszone in Form von Rauhwacken prognostiziert, die mittels Injektionen zu vergüten und ebenso abzudichten ist. Die Haupttunnelröhren sollen in diesem Bereich auf einer Länge von knapp über 100 m zyklisch mittels eines Hilfsangriffes aus dem Erkundungsstollen heraus aufgefahren werden. Die Tunnelbohrmaschinen werden diesen Abschnitt zu einem späteren

Zeitpunkt durchfahren, in weiterer Folge wird die vorab injizierte Hochstegen-Zone in Richtung Süden vorgetrieben.

Die technischen Querschläge im Abstand von in der Regel 2,0 km werden zudem mit einem vertikalen Schacht, der einen Innendurchmesser von mindestens 3,90 m aufweist, mit dem darunter liegenden Erkundungsstollen direkt verbunden. Die Tiefe der Schächte beträgt in diesem Baulos zwischen ca. 12 m und 18 m.

3.2 Allgemeine Übersicht zur Geologie und Hydrogeologie

Der Projektraum für das gegenständliche Baulos reicht vom Bereich Pfons im Norden bis zum Alpenhauptkamm im Süden. Dabei durchörtert das Baulos H51 „Pfon - Brenner“ von Norden nach Süden (siehe Abb. 4):

- die ostalpine Innsbrucker Quarzphyllitzone von ca. km 12,8 bis ca. km 14,0. Diese besteht in der Hauptmasse aus metamorphen Sedimenten des Paläozoikums.
- die penninische Obere Schieferhülle von ca. km 14,0 bis ca. km 28,5. Diese besteht zum überwiegenden Teil aus der Bündnerschiefer-Gruppe und triassischen Einheiten, welche den basalen Abscherhorizont repräsentieren.
- die subpenninische Untere Schieferhülle von ca. km 28,5 bis ca. km 30,3. Diese kann entlang der Trasse untergliedert werden in die liegende Hochstegenzone und die hangende Flatschspitz-Decke. Die Hauptlithologie, der Hochstegenmarmor (Oberjura), ist ein einförmiger grauer bis blaugrauer gut kristalliner Marmor.
- das subpenninische Basement im Tuxer Zentralgneiskern von ca. km 30,3 bis ca. km 32,1.

Aus hydrogeologischer Sicht kann für das Baulos H51 „Pfon - Brenner“ ausgegangen werden, dass:

- über lange Abschnitte trockene bis tropfende und leicht rinnende Gebirgsverhältnisse (Klassen 0-0,2 l/s/10m) dominieren;
- aus einzelnen diskreten Zonen instationäre Zutritte auftreten können, die maximal der Klasse 5 l/s bis 10 l/s zuordenbar sind;
- im Abschnitt Trias Deckengrenze und Hochstegenmarmor ohne voraus-eilende Gebirgsverbesserungsmaßnahmen zur Reduzierung der hydraulischen Durchlässigkeiten die größten Zutritte zu erwarten sind (10 bis 50 l/s)

Zusammenfassend kann festgehalten, dass der Erkundungsstollen und die Haupttunnelröhren des Bauloses H51 „Pfans - Brenner“ voraussichtlich sich bis zu ca. 95% der aufzufahrenden Strecke in trockenen bis bergfeuchten Verhältnissen befinden werden.

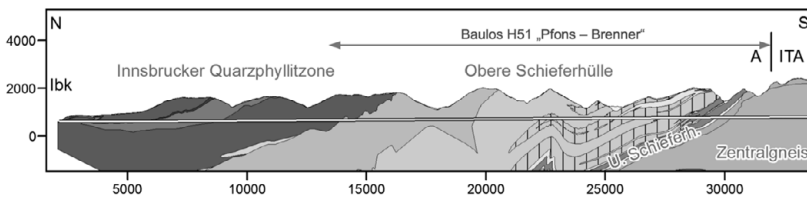


Abb. 4: Schematischer geologischer Längsschnitt auf der österreichischen Projektseite

3.3 Zyklischer Vortrieb des Knotens Wolf im Sprengverfahren

Unter dem Begriff „Knoten Wolf“ werden folgende zyklisch aufgefahrene Bauwerke zusammengefasst (Abb. 5, 6):

- Haupttunnel:
 - Oströhre (von km 24,365 bis km 26,979), Länge: 2.614 m, Ausbruchfläche: ca. 90 m²
 - Weströhre (von km 24,165 bis km 26,905), Länge: 2.740 m, Ausbruchfläche: ca. 90 m²

- Querkaverne St. Jodok (bei km 25,243), Länge: 100 m, Ausbruchfläche: ca. 230 m² (Abb. 7)

- Nothaltestelle St. Jodok:
 - Aufgeweiteter Haupttunnel im Nothaltebereich, Länge: ca. 470 m, Ausbruchfläche: ca. 100 m²
 - 1 Mittelstollen, Länge: ca. 900 m, Ausbruchfläche: ca. 116 m² (Abb. 8)
 - 1 Entlastungsstollen, Länge: ca. 60 m, Ausbruchfläche: ca. 116 m²
 - 6 Abluftquerstollen im Abstand von 90m, Länge: ca. 60 m, Ausbruchfläche: ca.41 m²
 - 6 Verbindungsstollen im Abstand von 90 m, Länge: ca. 60 m, Ausbruchfläche:ca. 38 m²
 - 1 Wendenische
 - 2 Nischen für Bahntunnel Tore in den Nothaltebereiche

- Überleitstelle St. Jodok, Gesamtlänge: ca. 1.200 m:
 - 4 Aufweitungsbauwerke mit Ausbruchflächen bis zu ca. 300 m²
 - 2 Verbindungstunnel, Ausbruchfläche: ca. 90 m²
 - 2 Nischen für die Bahntunnel Tore jeweils in der Mitte der Verbindungstunnel

- 4 Montagekavernen inkl. Startröhren, Länge: ca. 79 m:

Unmittelbar unterhalb des Mittelstollens der Nothaltestelle befindet sich der Erkundungsstollen.

Brenner Basistunnel - Baulos H51 „Pfnos - Brenner“:
Herausforderungen beim Bau des größten Bauloses auf der österreichischen Projektseite

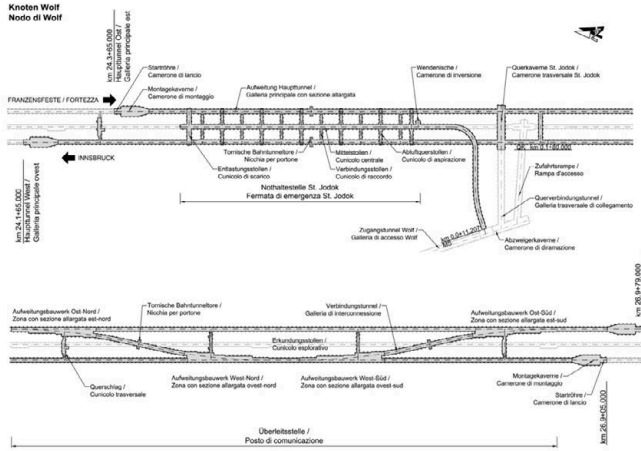


Abb. 5: Übersicht Knoten Wolf

Die Bauarbeiten im Knoten Wolf werden mit mehreren parallel laufenden zyklischen Vortrieben eines komplexen Tunnelsystems - bestehend aus unterschiedlichen Bauwerken mit Ausbruchsquerschnitten zwischen ca. 38 m² und ca. 300m²-abgewickelt, was zu einem sehr hohen logistischen Aufwand führt. Die zyklischen Vortriebe mit Hohlraumabständen von teilweise nur wenigen Metern, vielen Verschneidungsbereichen und Überlagerungen von bis zu ca. 900 m müssen dabei unter Betrachtung des Gesamtsystems und unter Berücksichtigung von verschiedenen Randbedingungen aus dem Bauablauf durchgeführt werden.

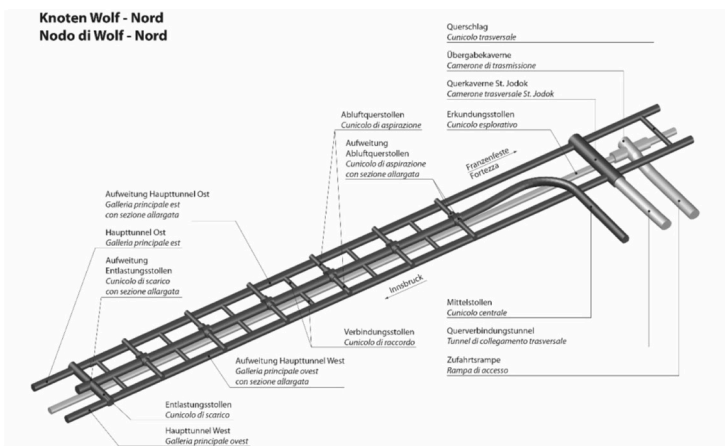


Abb. 6: Übersicht Knoten Wolf - Nord (Nothaltestelle NHS St. Jodok) (Quelle: PG BBTN)



Abb. 7: Querkaverne St. Jodok mit den seitlichen Haupttunnelröhren



Abb. 8: Vortrieb in der Nothaltestelle St. Jodok (Mittelstollen und Abluftquerstollen)

3.4 Kontinuierliche Vortrieb der Haupttunnelröhren mittels Schildmaschinen

Unter dem Begriff „Knoten Wolf“ werden folgende zyklisch aufgefahrene Bauwerke zusammengefasst (Abb. 5, 6):

Die kontinuierlichen Vortrieben in den Haupttunnelröhren, die mittels Einfach-Schildmaschinen aufgefahen werden, erstrecken sich von:

- Nordvortriebe:
 - Oströhre: von km 24,365 bis km 13,486, Länge: ca. 10.879 m
 - Weströhre: von km 24,165 bis km 13,564, Länge: ca. 10.601 m

- Südvortriebe:
 - Oströhre: von km 26,979 bis km 32,090, Länge: ca. 5.111 m
 - Weströhre: von km 26,905 bis km 32,090, Länge: ca. 5.185 m

In den kontinuierlich aufgefahrenen Haupttunnelabschnitten ist mehrheitlich ein einschaliger Tübbingausbau vorgesehen. Der Ausbruchquerschnitt beträgt ca. 84,5 m² und weist einen nominellen Bohrdurchmesser von 10,37 m auf. Die Ausschreibungsplanung sieht eine Tunnelauskleidung mit 40 cm dicken und ca. 1,90 m breiten Tübbing vor. Dem Entwurf liegt ein konisch ausgeführtes, gedichtetes Universalringsystem (Universal-tübbing), Ringteilung 6+0 mit einem innenliegenden Fertigteil - Sohlelement, zugrunde.

Die Tübbingauskleidung fungiert generell als alleiniges Trag- und Gebrauchselement. Bei Verletzungen der Gebrauchstauglichkeit des Tübbingausbaus wird nachträglich eine bewehrte Innenschale aus Ortbeton eingebaut. Das Erfordernis des Einbaus einer Innenschale wird nach Beobachtung des tatsächlich aufgetretenen Systemverhaltens während der Vortriebsphase und nach Abwägung der möglichen Alternativen (Sanierung von vereinzelt beschädigten Tübbingringen) zwischen Bauherr und Projektverfasser festgelegt.

Für die Vortriebe der Haupttunnelröhren ist die Lage der Störungszonen im Baulos H51 „Pfans - Brenner“ durch eine ausgiebige Erkundung in der Phase des Bauprojekts sowie durch den vorab gebauten Erkundungsstollen - sowohl als Bestandteil des Bauloses H33 „Tulfes - Pfans“ sowie den im Baulos H51 „Pfans - Brenner“ vorgetriebenen Erkundungsstollen - ausreichend genau bekannt.

Für die kontinuierlichen Vortriebe sind Regel-, Zusatz- und Sondermaßnahmen definiert, die maschinentechnische Zusatzausrüstungen und verfahrenstechnische Maßnahmen beinhalten, um auf kritische Vortriebssituationen reagieren zu können.

nen und um längerfristige Vortriebsstillstände zu vermeiden.

Die Überlagerungen der Tunnelröhren steigen vom nördlichen Baulosende ausgehend bis ca. km 16,4 stetig an. Danach ist die Überlagerung bis zur Staatsgrenze variabel. Im Innsbrucker Quarzphyllit beträgt die maximale Überlagerung ca. 1.100 m, im Bündnerschiefer ca. 1.300 m und im Zentralgneis ca. 1.700 m.

3.5 Baustelleneinrichtungsflächen, Deponie Padastertal und Logistik Obertage

Für die Abwicklung der Bauarbeiten stehen die folgenden Baustelleneinrichtungsflächen zur Verfügung:

- Baustelleneinrichtungsfläche Wolf (Fläche ca. 40.000 m²)
- Baustelleneinrichtungsfläche Padastertal (Fläche: ca. 8.000 m²)

Die Baustelleneinrichtungsfläche Wolf (siehe Abb. 9) ist im Portalbereich des Zugangstunnels Wolf angesiedelt. Auf dieser geographisch bedingt engen Fläche werden unter anderem die Baustellenbüros, Werkstätten, Gewässerschutzanlage, Zwischensilos für Perlkies, Betonmischanlage, Lagerflächen für Tübbing, Leitstand und Bustellenlabor, Parkplätze, usw. untergebracht. Darüber hinaus beinhaltet die Baustelleneinrichtungsfläche einen Anschlussbahnhof mit Schüttbunkern und Materialumschlagflächen.

Die Anbindung der Baustelleneinrichtungsfläche Wolf an das öffentliche Straßen- und Schienennetz erfolgt über:

- Vollanschluss an die Brennerautobahn A 13 über den Tunnel Saxen (Länge: ca. 1,0 km, Längsneigung ca. 10%)
- Anschlussbahn Wolf für den Transport von Baumaterialien, wie z.B. Tübbing, Abb. 9: Baubereich Wolf
- Anbindung an die Bundesstraße B 182 (keine Anlieferung von Baumaterialien)



Abb. 9: Baubereich Wolf

a) Baustelleneinrichtungsfläche Wolf, b) Portal Tunnel Saxen, c) Portal Zugangstunnel Wolf, d) Brennerlinie, e) Anschlussbahn Wolf, f) Vorflut Sill, g) Bundesstraße B182, h) Baubüros

Die Baustelleneinrichtungsfläche Padastertal (Abb. 10) ist über den Tunnel Padastertal (Länge: ca. 700 m, Längsneigung: ca. 9 %) mit der Baustelleneinrichtungsfläche Wolf direkt verbunden. Der Baustellenverkehr von und zur Deponie Padastertal hat ausschließlich über den Padastertunnel bzw. über den Schutterstollen zu erfolgen. Auf der Baustelleneinrichtungsfläche Padastertal wird zudem eine Materialaufbereitungsanlage zur Aufbereitung von Ausbruchmaterial für die Herstellung von Betonzuschlägen durch den Auftragnehmer gebaut.



Abb. 10: Baubereich Padastertal

- a) Baustelleneinrichtungsfläche Padastertal
- b) Deponie Padastertal
- c) Portal Schutterstollen
- d) PortalTunnelPadastertal



Abb. 11: Deponie Padastertal mit der Baustelleneinrichtungsfläche vor dem Baubeginn des Bauloses H51 „Pfans – Brenner“

Bei der **Deponie Padastertal** handelt es sich um eine Bodenaushubdeponie mit einer Gesamtkapazität von ca. 7,5 Mio. m³. Aus den Vorlosen wurden bereits

ca. 1,0 Mio. m³ an Ausbruchsmaterial in die Deponie Padasterbach eingebaut (Abb. 11).

Mit den Vorlosen wurden verschiedene Wasserbauwerke, wie Einlaufbauwerke, Retentionsbecken, Geschiebesperren, Umleitungsstollen, usw. gebaut. Diese werden gegen Bauende des Bauloses H51 „Pfans - Brenner“ in die zu rekultivierende Deponiefläche vollständig integriert.

Die Massentransporte auf der Deponie Padastertal erfolgen vorwiegend mittels Förderbandtechnik. Das aus den Vortrieben kommende Ausbruchsmaterial wird über den Zugangstunnel Wolf und Schutterstollen mittels Förderbändern direkt ins Padastertal geführt. Das aufzubereitende Ausbruchsmaterial wird zur Materialaufbereitung auf die Baustelleneinrichtungsfläche Padastertal geleitet. Das direkt zu deponierende Ausbruchsmaterial hingegen wird direkt in Richtung Deponie transportiert. Das zu deponierende Material aus der Aufbereitung wird ebenso über Förderbänder in Richtung Deponie transportiert.

Zudem ist ein Großteil des Ausbruchsmaterials aus dem Nachbarlos H41 „Sillschlucht - Pfans“ auf der Deponie Padastertal einzubauen. Der Auftragnehmer des Bauloses H51 „Pfans - Brenner“ muss das Ausbruchsmaterial des Bauloses H41 „Sillschlucht - Pfans“ im Erkundungsstollen bei ca. km 13,5 übernehmen, abfordern und deponieren. Der Transport des Ausbruchsmaterials hat mittels Förderband über den Erkundungsstollen sowie über den Zugangstunnel Wolf und Schutterstollen zu erfolgen. Die Inbetriebnahme der Abförderung hat zeitlich spätestens einige wenige Monate nach dem Durchschlag im Erkundungsstollen bei km 22,0 zu beginnen. In dieser Zeit sind verschiedene Ertüchtigungs- und gegebenenfalls Sanierungsmaßnahmen im bereits durch das Baulos H33 „Tulfes - Pfans“ aufgefahrenen Erkundungsstollenabschnitt von km 13,5 bis km 22,0 durchzuführen. Darüber hinaus sind in dieser Zeit auch der Hilfsangriff aus dem Erkundungsstollen heraus und in weiterer Folge die zyklischen Vortriebe der Haupttunnelröhren auf einer Länge von knapp über 100 m im Bereich der mit dem Vorlos aufgefahrenen Störungszone „Iris“ bei ca. km 16,7 zu beginnen. In diesem zyklisch vorab aufgefahrenen Abschnitt werden zu einem späteren Zeitpunkt die Tunnelbohrmaschinen durchfahren.

3.6 Logistik Untertage, Baulüftung und -kühlung

Das Baulos H51 „Pfon - Brenner“ führt die Vortriebsarbeiten vom Fusspunkt des Zugangstunnels Wolf (Abb. 12, 13) aufbauend auf den Arbeiten der Vorlose E51 „Wolf 1“ und E52 „Erkundungslos Wolf 2 - Padastertal“ durch. Die Versorgung der zyklischen und kontinuierlichen Vortriebe erfolgt ausschließlich über den Zugangstunnel Wolf (Länge: ca. 3.350 m, Längsneigung ca. 10 %, Ausbruchfläche: ca. 125 m²). Der Transport von Ausbruchsmaterial erfolgt anfangs radgebunden bis zur Deponie Padastertal. Nach Inbetriebnahme der Förderband- und Brecheranlagen wird das Ausbruchsmaterial aus allen Vortrieben heraus mittels Förderbändern direkt ins Padastertal transportiert.

Der für die Ausbruchssicherung benötigte Spritzbeton wird mit Fahrmischern von der Betonmischanlage auf der Baustelleneinrichtungsfläche Wolf zum jeweiligen Einsatzort gefahren. Für die Versorgung der kontinuierlichen Vortriebe beabsichtigt der Auftragnehmer Multi-Service-Fahrzeuge (MSV) einzusetzen. Mit diesen Fahrzeugen werden sämtliche für den kontinuierlichen Vortrieb benötigten Materialien von der Baustelleneinrichtungsfläche Wolf ohne Umschlagen bis zu den Nachläufern der jeweiligen Tunnelbohrmaschinen transportiert. Dadurch kann die Anzahl der Fahrten und Umschlagpunkte untertage - gekoppelt mit einer flexibleren Versorgung der Vortriebe - wesentlich reduziert werden.

Die Zuluffführung erfolgt für alle Bauphasen über den Zugangstunnel Wolf. Die Frischluft wird im Portalbereich Wolf durch Axialventilatoren, die im Zugangstunnel Wolf angeordnet sind, angesaugt und mittels Lutten in die Abzweigekaverne am Fuße des Zugangstunnels Wolf geblasen. In weiterer Folge wird in der Abzweigekaverne über eine Anordnung von Sekundärlüftern, Verteilerelementen und Luttensträngen die Frischluft in die entsprechenden Tunnelabschnitte geblasen. Die Abluft wird über den verbleibenden Querschnitt des Zugangstunnels Wolf nach aussen geführt. Im Bereich der Abzweigekaverne sowie in den Haupttunnelröhren und Erkundungsstollen werden in Abhängigkeit der Bauphasen verschiedene Rauchabschottungen, um Bauwerke brandschutztechnisch voneinander zu trennen, ausgebildet. Im Zuge der kontinuierlichen Vortriebe wird das Lüftungskonzept von drückender Lüftung auf Umluftbewetterung umgestellt. Sowohl im Norden als auch im Süden wird jeweils eine Schleuse, in die Frischluft eingeblasen wird, in einer der beiden Haupttunnelröhren angeordnet. Über die andere Haupttunnel-

röhre im Norden und im Süden wird die Abluft über den Tunnelquerschnitt nach aussen gefördert. Die im Zuge des kontinuierlichen Vortriebs ausgebrochenen Querschlüge werden in der Regel mittels Wetterwänden verschlossen.

Aufgrund der hohen Überlagerung von bis zu ca. 1.700 m ist mit Gebirgstemperaturen bis knapp unter 40°C zu rechnen. Die Baukühlung sorgt dafür, dass ein angemessenes und sicheres Arbeiten im Vortrieb ermöglicht wird. Für alle Bauphasen ist ein Grenzwert für die Trockentemperatur von 28°C, unabhängig von der Luftfeuchtigkeit, vorgegeben. Die Baukühlung wird mit einer Kühlwasserversorgung bestehend aus zwei Kühlwasserkreisläufen gewährleistet. Auf der Baustelleneinrichtungsfläche werden Kühltürme betrieben, von denen gekühltes Wasser in die untertägigen Bauwerke geführt wird.



Abb. 12: Abzweigekaverne am Fußpunkt des Zugangstunnel Wolf (Montage Förderbänder)



Abb. 13: Zugangstunnel Wolf

4 LITERATUR

[1] Bergmeister, K. 2011. Der Tunnel kommt. Brenner Basistunnel. Lana: Tappeiner Verlag.

[2] Homepage der BBT SE (www.bbt-se.com).

[3] Insam, R.; Wahlen, R.; Wieland, G.: Brenner Base Tunnel - Interaction between underground structures, complex challenges and strategies. Naples, World Tunnel Congress 2019.

Brenner Basistunnel - Baulos H51 „Pfans - Brenner“:
Herausforderungen beim Bau des größten Bauloses auf der österreichischen Projektseite

Baubetriebliche und bautechnische Heraus- forderungen bei Planung und Bau der Second River Niger Bridge

Second River Niger Bridge - Operational
and Technical Challenges of a Design
Build Project in Africa

Dr.-Ing. Georg Merzenich

M.Sc. Dominik Müller

Dr.-Ing. Tilo Nemuth

M.Sc. Roman Oldenburg

Dipl.-Ing. Stefan Uelzmann

Julius Berger GmbH

1 ABSTRACT

Über den 1.600 m breiten Fluss Niger zwischen den Städten Asaba und Onitsha in Nigeria wird eine 2x3 spurige Autobahnbrücke gebaut. Diese Brücke ist Kernstück der geplanten Südumgehung, um die bestehende Brücke und die angrenzenden Stadtstraßen zu entlasten. Zur Brücke gehören in der beauftragten Phase 1 weiterhin etwa 10 km Straßenbau, eine Mautstation und ein Autobahnkreuz. Aufgrund der Randbedingungen – u.a. Ausland/Nigeria, Klima, Flussdynamik – ergeben sich nicht-alltägliche Anforderungen an die Planung und die Bauausführung von Brücke und Straße, die für den Projekterfolg entscheidend sind.

2 EINFÜHRUNG UND BAUBESCHREIBUNG

2.1 Projektvorstellung

Die bestehende Niger Brücke (Baujahr 1965) verbindet die Städte Asaba (Delta State) und Onitsha (Anambra State) im Süden Nigerias. Die Brücke ist Bestandteil des „Trans-African Highways“ zwischen Lagos und Mombasa in Kenia und der Haupt-Ost-West-Verbindung innerhalb Nigerias (Abbildung 1). Aufgrund der stark wachsenden Population und des damit verbundenen Anstiegs des Verkehrsaufkommens ist die Brücke überlastet und befindet sich zudem in einem schlechten Zustand. Um nun dieses verkehrstechnische Nadelöhr zu entlasten und damit die gesamte Region zu stärken, plant die nigerianische Regierung, vertreten durch das „Federal Ministry of Works“, den Bau einer südlichen Umgehungstraße.



Abb. 1: Lage der neu geplanten Second River Niger Bridge

Die gesamte Infrastrukturmaßnahme hat eine Gesamtlänge von 47 km und ist in die Phasen 1, 2a und 2b unterteilt (Abbildung 2). Im August 2018 wurde Julius Berger Nigeria PLC (JBN) mit der Ausführung der Phase 1a - kurz RN1 - beauftragt. Hierzu gehören:

- Die Hauptflussquerung mit einer Länge von 1.590 m
- Insgesamt 10,3 km Straßenbau in weichem Gelände und den zugehörigen Bodenverbesserungsmaßnahmen
- 1 Mautstation
- 1 Autobahnkreuz mit einer 4-Feld Brücke
- Zwei kleine Brücken mit jeweils 24 m Spannweite

Die Bauzeit beträgt 42 Monate. Vorausgegangen waren seit 2014 vier „Early Works Phasen“ in denen die Grundlagen für die jetzige Umsetzung der Baumaßnahme ermittelt wurden.

Die operative Verantwortung für das Projekt trägt JBN. Julius Berger International GmbH (JBI) als Tochterunternehmen der JBN ist für die Planungsleistungen, die

Koordinierung von externen Planungsbüros, für Materialbestellungen bis hin zum Export und für technische Dienstleistungen (Arbeitsvorbereitung, Schalungsplanung, etc.) zuständig

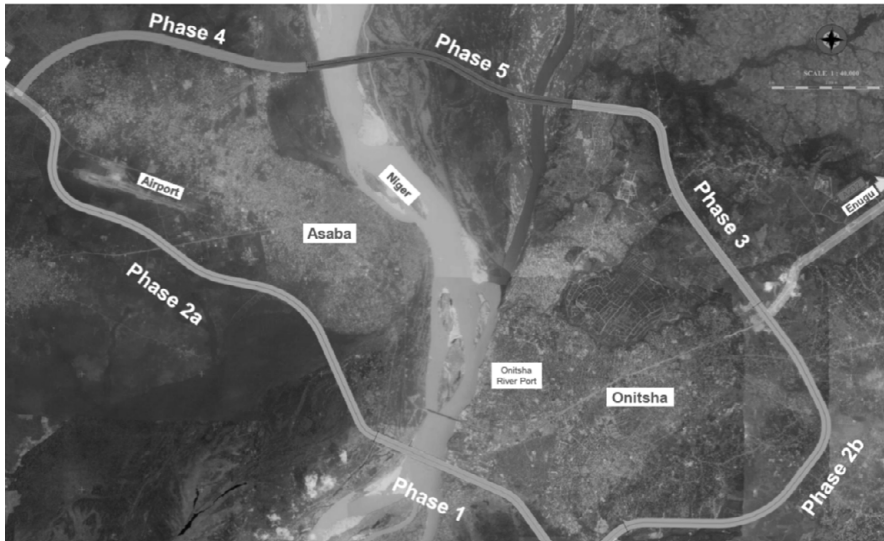


Abb. 2: Einteilung der verschiedenen Projektphasen

2.2 Hauptbrücke

Im Bereich der geplanten Flussquerung besitzt der Niger eine Engstelle 1,2 km. Die Gesamtlänge der Brücke beträgt 1.590,25 m mit 23 Feldern (Achsen 100 bis 330). Die 3 Fahrspuren je Fahrtrichtung werden auf getrennten Überbauten angeordnet. Die Breite der jeweiligen Überbauten beträgt 14,45 m. Die freizuhaltenende Schifffahrtsöffnung beträgt 120 m in der Breite und 15 m in der Höhe (bei Hochwasser). Dies führt zu 3 Brückenabschnitten, siehe Abbildung 3:

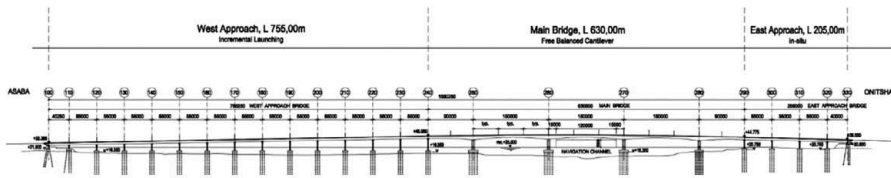


Abb. 3: Einteilung der verschiedenen Bauweisen

- Main Bridge / Hauptbrücke (Freivorbauverfahren): Brückenlänge = 630 m, 5 Felder mit 150 m Hauptspannweite und 90 m Spannweite der Randfelder zu den Trennpfeilern. Herstellung der beiden Spannbetonhohlkästen im Freivorbau mit variablen Konstruktionshöhen zwischen 4,30 m jeweils in Feldmitte und über den Trennpfeilern sowie 7,80 m im Anschnitt an die Pfeiler. Um die Bauzeit einzuhalten werden acht gleichzeitig laufende Freivorbauwagen eingesetzt.
- West Approach Bridge / Westliche Vorlandbrücke (Taktsschiebeverfahren): Brückenlänge 755,25 m, 13 Felder mit 55 m Spannweite und 40,25 m im Endfeld. Herstellung der beiden Spannbetonhohlkästen im Taktsschiebeverfahren mit konstanter Konstruktionshöhe von 4,0 m. Die beiden Überbauten werden nacheinander eingeschoben.
- East Approach Bridge / Östliche Vorlandbrücke (Taktsschiebeverfahren) Brückenlänge 205 m, 3 Felder mit 55 m Spannweite und 40 m im Endfeld.

Ursprünglich war die Herstellung der beiden Spannbetonhohlkästen in Ortbeton auf Lehrgerüst geplant. Aus baubetrieblichen Gründen wurde diese Vorlandbrücke umgeplant und wird ebenfalls - wie die West Approach Bridge - im Taktsschiebeverfahren hergestellt

2.3 Gründung der Pfeiler der Schifffahrtsöffnung

2.3.1 Baugrund

Die Baugrunderkundungen waren Leistungsumfang der erwähnten „Early Works Phasen“ und beinhaltete Bohrungen bis in Tiefen von 80 m, schwere Rammsondierungen und CPTs. Zusammen mit den durchgeführten Laborversuchen wurde ein aussagekräftiges Baugrundmodell erstellt. Dieses diente als Grundlage für das ausgeführte Gründungskonzept. Ein Ausschnitt des Baugrundes im Bereich der Schifffahrtsöffnung ist in Abbildung 4 dargestellt.

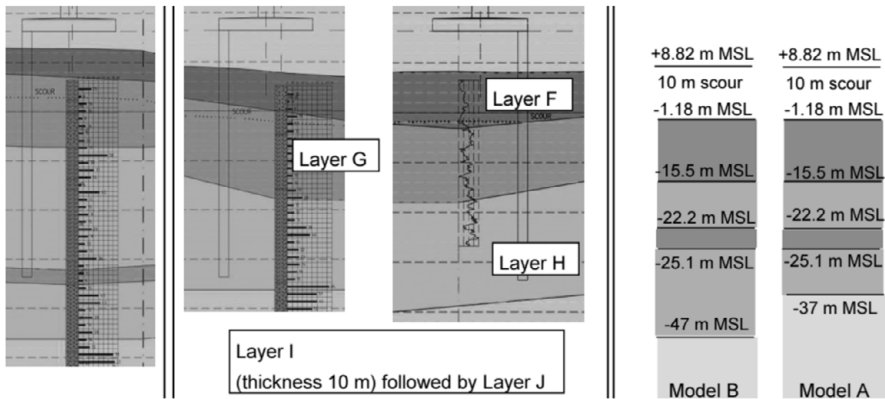


Abb. 3: Baugrundmodell Teilbereich der Schifffahrtsöffnung

2.3.2 Hydrologische Randbedingungen

Eine besondere Bedeutung bei der Planung und Bauausführung der Nigerbrücke kommt der Strömung und dem Wasserpegel zu. Im Hinblick auf Kolkbildung wurde eine detaillierte hydrodynamische Studie erstellt, in der die Wechselwirkung und die Anpassung des Flussbettes aus den veränderlichen Wasserständen simuliert wurden. Die Studie ergab beträchtliche Kolkiefen mit bis zu 31m im Bereich der Schifffahrtsöffnung. Als Gegenmaßnahme wurde ein Kolkschutzkonzept aus mehrlagigen „Sandsäcken“ (geotextilen Sandcontainern) zusammen mit einem zusätzlichen Monitoring-Programm erstellt.

Gerade bei der „Second River Niger Bridge“ ist der Bauablauf stark von den Pegelständen des Nigers abhängig. Die Wasserstände des Nigers können aufgrund tropischer Bedingungen und der damit verbundenen Regen- und Trockenzeiten stark schwanken.

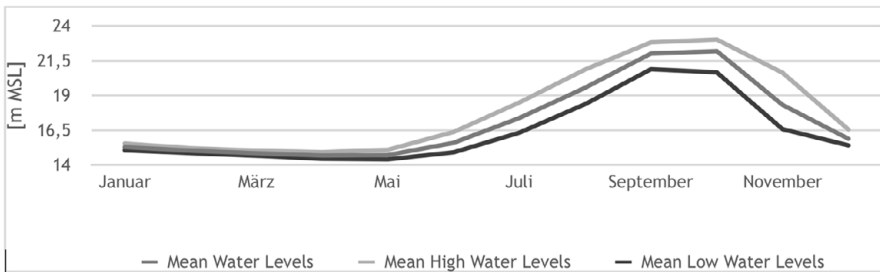


Abb. 5: Gemessene Pegelstände des Nigers zwischen 1915 und 2011

Abbildung 5 zeigt die enormen Wasserstandsschwankungen von bis zu 10,5 m innerhalb eines Jahres. Kritisch für die Bauausführung wird die Regenzeit in den Monaten Juli bis November. Aufgrund der Pegelstände oberhalb von 16,5 m können in diesem Zeitraum keine Arbeiten an den Pfählen und den Pfahlkopfplatten der Nigerbrücke durchgeführt werden.

Mit Abweichungen von den Ergebnissen der hydrologischen Studie ist zu rechnen und stellt das Baustellenteam speziell bei der Logistik vor große Herausforderungen, da sämtliche Bauaktivitäten auf dem Wasser sich nach den jeweils aktuellen Pegelständen richten müssen.

2.3.3 Gründungskonzept

Auf Grundlage der Baugrunderkundungen und der angetroffenen Untergrundverhältnissen wurde als Gründung der Hauptbrücke eine Bohrpfahlgründung gewählt.

Im Bereich der Freivorbaubrücke leiten Großbohrpfähle mit einem Durchmesser von 2032 mm und Längen zwischen 45 und 55 m die Brückenlasten in den Baugrund ein. Von Achse 250 bis 270 sind für jede Pfeilerachse 25 Großbohr-

pfähle vorgesehen (Abbildung 6). Die gesamte Gründung wurde basierend auf europäischen Normen und Standards, wie den „British Standards“ sowie der „EA-Pfähle“, konzipiert.

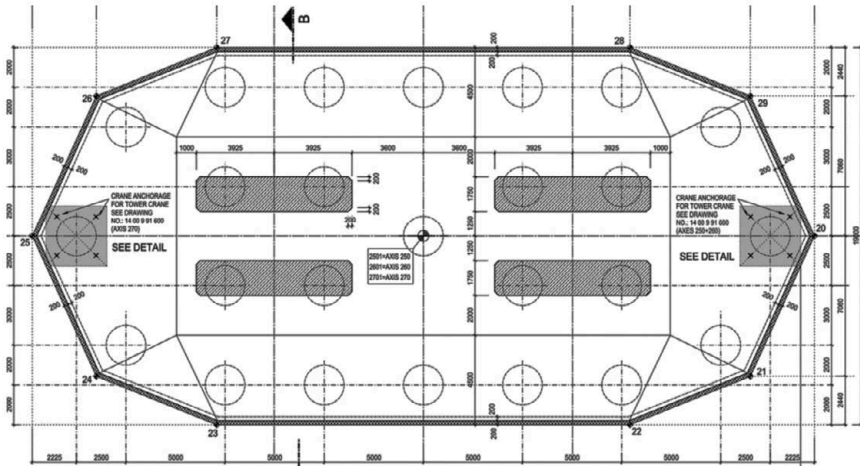


Abb. 6: Anordnung der Großbohrpfähle Achse 250 bis 270

2.3.4 Pfahlkopfplatte

Die Pfahlkopfplatte mit einer Dicke von 3,5 m sowie 40 m Länge und 19 m Breite verbindet Pfeilerschäfte und Pfähle. Die Herstellung erfolgt mit Hilfe von Betonfertigteilelementen, die auf einer Stahlunterkonstruktion lagern und als „verlorene“ Schalung fungieren. Die Betonage der Pfahlkopfplatte erfolgt in zwei Abschnitten. Zunächst werden die ersten 60 cm der Platte betoniert (siehe Abbildung 7). Nach Erhärtung des ersten Abschnittes erfolgt die Installation der vertikalen Fertigteilschürzen und anschließend die Betonage des zweiten Abschnittes. Die Unterkante der Pfahlkopfplatte befindet sich auf 16,35 m MSL. Die Herstellung ist aufgrund des extremen Pegelschwankungen nur in der Trockenzeit möglich.

2.3.5 Großbohrpfähle

Die gesamten Arbeiten zur Herstellung der Großbohrpfähle für die Pfeiler der Hauptbrücke werden von der JB-eigenen Hubinsel ILSE aus mit einem Liebherr LB44-Großbohrgerät „offshore“ hergestellt. Zusätzlich zu der Hubinsel sind ver-

schiedene Pontons als Arbeits- und Lagerflächen auf dem Niger angeordnet. Von dort aus werden alle nötigen Materialien vor der Verwendung zwischengelagert. Zudem befinden sich auf den Pontons Container für die Laborarbeiten, sowie für das Personal. Der benötigte Beton wird mittels Schleppern und den darauf befindlichen Betonmischern angeliefert. Im Gegensatz dazu wird das als Stützflüssigkeit verwendete Bentonit vor Ort gelagert und aufbereitet (Abbildung 8).

Die Hubinsel ILSE wird positioniert und in die erforderliche Arbeitsebene gehoben. Kritisch für die genaue Ausführung der Bohrpfähle ist die Positionierung der speziell angefertigten Bohrschablone zur Führung und Sicherung der Verrohrung. Nach Justierung der Verrohrung in der Schablone wird das Rohr anschließend in das Flussbett einvibriert, bis die erforderliche Einbindetiefe erreicht ist.

Das durch das Bohrwerkzeug an die Oberfläche beförderte Material wird zunächst neben dem Bohrergerät entladen. Um weiterhin unter sicheren Arbeitsbedingungen agieren zu können, wird das angehäuften Bodenmaterial für den Abtransport mittels Radlader auf ein dafür vorgesehenes Ponton verladen.

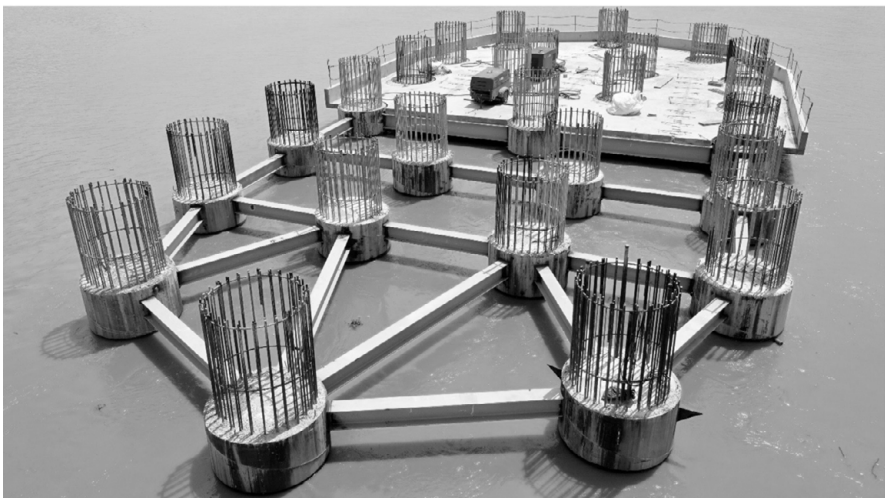


Abb. 7: Pfahlkopfplatte Achse 270 : Großbohrpfähle, Konsolen und Fertigteilbodenplatten



Abb. 8: Herstellung der Großbohrpfähle Achse 270 mit Hubinsel ILSE Julius Berger



Abb. 9: Großbohrpfähle Achse 260: Einsetzen des Stahlrohres

2.4 Brückenpfeiler

Die Baugrunderkundungen waren Leistungsumfang der erwähnten „Early Works Phasen“ und beinhaltete Bohrungen bis in Tiefen von 80 m, schwere Rammsondierungen und CPTs. Zusammen mit den durchgeführten Laborversuchen wurde ein aussagekräftiges Baugrundmodell erstellt. Dieses diente als Grundlage für das ausgeführte Gründungskonzept. Ein Ausschnitt des Baugrundes im Bereich der Schiffsöffnungsung ist in Abbildung 4 dargestellt.

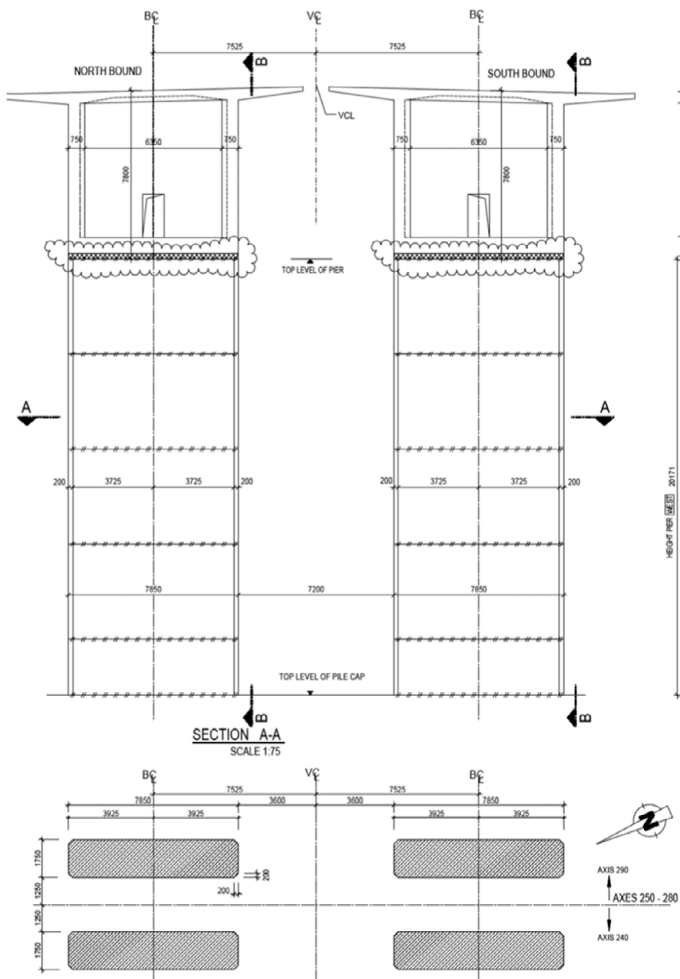


Abb. 10: Abmessungen und Anordnung der Pfeiler der Achsen 250 - 280

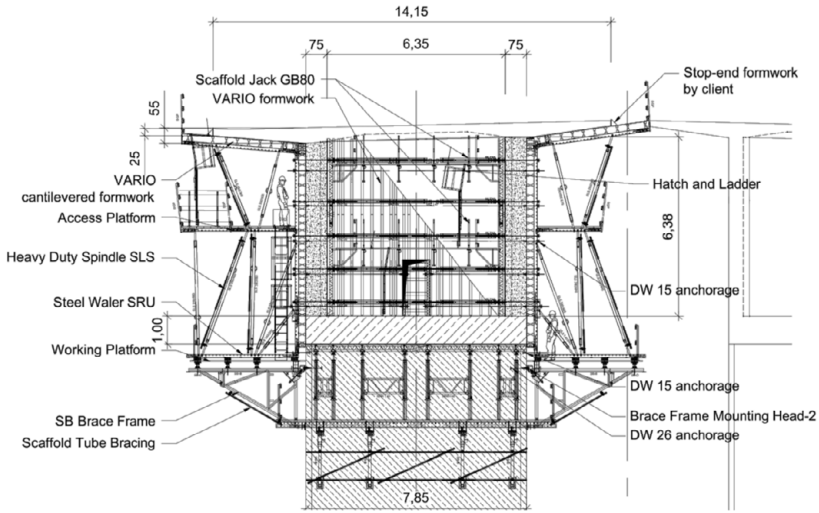


Abb. 11: Systemschalung des Pfeilerkopfes Freivorbauverfahren Hauptbrücke

2.5 Freivorbau

Das Freivorbauverfahren kommt i.d.R. zur Anwendung, wenn Bauverfahren wie die Herstellung mittels Lehrgerüst oder das Taktschieben nicht realisierbar sind. Der Freivorbau wird bei mittleren bis hohen Spannweiten zwischen ca. 70 m und 250 m angewendet. Beim Freivorbau wird weiterhin unterschieden, ob die Segmente in einer wandernden Schalung in Ortbeton hergestellt werden („klassisch“) oder vorgefertigte Segmente jeweils an den bereits hergestellten Überbau angepresst werden.

Eine ähnliche Situation ergibt sich an den Trennpfeilern zu den beiden Vorlandbrücken. Auch hier wird das letzte Segment mit Hilfe des Freivorbauwagens und zusätzlicher Unterstützkonstruktion hergestellt.

Die Herstellung des Brückenüberbaus im Bereich der Schifffahrtsöffnung mit 150 m Spannweite erfolgt in insgesamt 31 Betonierabschnitten (2 x 15 Kragarmsegmente plus „Lückenschluss“-Segment). Die voneinander unabhängigen Fahr

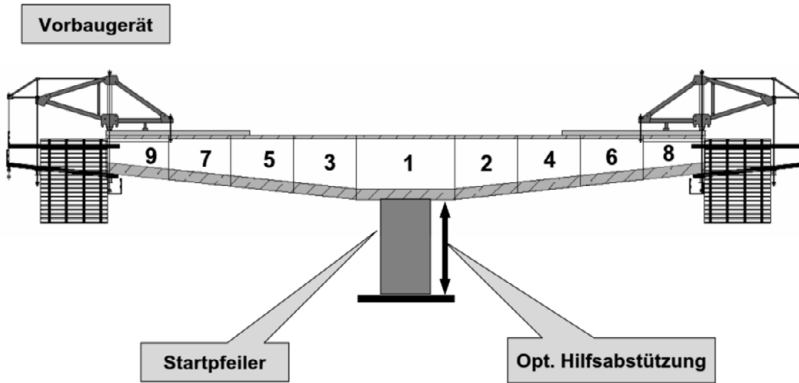


Abb. 12: Asymmetrischer Baufortschritt Freivorbau

Bei der „Second River Niger Bridge“ kommt der klassische Freivorbau mit einer beweglichen Fertigungsanlage zur Anwendung. Bei dieser handelt es sich um einen Freivorbauwagen, der Rüstung, Schalung, Beton- und Spannbetonbewehrung sowie Beton trägt. Beginnend vom Pfeilertisch werden einzelne Brückenabschnitte wechselseitig oder symmetrisch betoniert und vorgespannt (Abbildung 12). Der dabei auf dem betreffenden Pfeiler entstehende Waagebalken wird in Abschnittslängen zwischen drei und fünf Metern stückweise bis zum Lückenschluss erweitert.

Das Versetzen der auskragenden Schalung, Verlegen der Beton- und Spannbetonbewehrung, Betonieren und Vorspannen erfolgt i.d.R. im Wochentakt. Durch die Spezialisierung der Arbeiten wird das Personal mit dem Arbeitsablauf sehr schnell vertraut.

Mit dem letzten Takt, dem sogenannten Lückenschluss, werden die Kragarme in Feldmitte verbunden. Somit entsteht aus dem Kragarmsystem ein Durchlaufträgersystem. Zur Herstellung des Lückenschlusses kommt eine Hilfskonstruktion aus Stahlträgern in Verbindung mit einem der beiden Freivorbauwagen zur Anwendung. Der Lückenschluss stellt aufgrund seiner Besonderheit in der Herstellung ein Sondersegment dar und wird abweichend vom eigentlichen Wochentakt hergestellt.

Eine ähnliche Situation ergibt sich an den Trennpfeilern zu den beiden Vorlandbrücken. Auch hier wird das letzte Segment mit Hilfe des Freivorbauwagens und zusätzlicher Unterstützungskonstruktion hergestellt.

Die Herstellung des Brückenüberbaus im Bereich der Schiffsöffnungen mit 150 m Spannweite erfolgt in insgesamt 31 Betonierabschnitten (2 x 15 Kragarmsegmente plus „Lückenschluss“-Segment). Die voneinander unabhängigen Fahrbahnen werden als einzellige Hohlkastenquerschnitte ohne Neigung der Stege hergestellt. Die ersten Takte vom Pfeilertisch beginnend werden mit Längen zwischen 3,20 m und 4,70 m hergestellt. Ab dem sechsten Takt entspricht die Länge der Abschnitte jeweils 5,0 m, wobei der Lückenschluss nur 2,0 m lang ist. Mit zunehmendem Baufortschritt verschlanken die Bauteile des Brückenüberbaus. Am Stützenanschnitt beträgt die Höhe des Hohlkastenquerschnitts 7,70 m und reduziert sich bis zum Lückenschluss auf 4,0 m.

Zur Übernahme der während des Bauzustandes entstehenden Schnittgrößen werden in jedem Bauabschnitt Spannglieder vorgesehen. Diese überspannen die Kragarme von Ende zu Ende und sind in der Fahrbahnplatte angeordnet, wodurch der größtmögliche Hebelarm aktiviert werden kann. Die dadurch entstehende Kragarmvorspannung sorgt für eine kraftschlüssige Verbindung der einzelnen Abschnitte. Nach Betonage des biegesteifen Lückenschlusses ändert sich das statische Gesamtsystem des Brückenüberbaus. Die hierbei im mittleren Drittel der Spannweite entstehenden positiven Momente werden durch die in der Bodenplatte eingebrachten Kontinuitätsspannglieder aufgenommen (Abbildung 13).

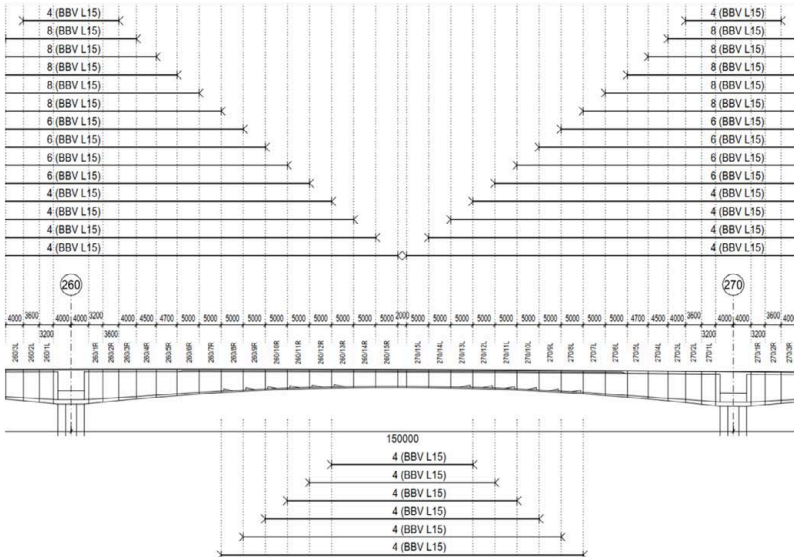


Abb. 13: Spangliedführung Achse 260 und 270

Für die Vorspannung kommt das Litzenspannsystem mit nachträglichem Verbund der Firma BBV- Vorspanntechnik zur Anwendung (Abbildung 14). Es werden einheitlich für alle Vorspannarbeiten 15 Litzen pro Spanglied eingesetzt. Beim Freivorbau der Hauptbrücke sind jeweils 48 Spanglieder in den Fahrbahnplatten über den Mittelachsen anzuordnen. Die Anzahl verringert sich mit zunehmender Kragarmlänge auf 4 obenliegende Spanglieder (Abbildung 13).

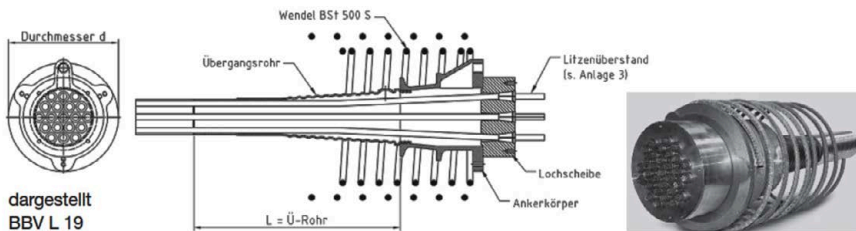


Abb. 14: Aufbau des Verankerungssystems der Fa. BBV

Die Verpressarbeiten der Spannglieder sind aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit in Nigeria spätestens zwei Wochen nach Aufbringung der Spannkraft durchzuführen, um die Korrosion der offenen Spannritzen im nicht verpressten Hüllrohr zu vermeiden.

2.6 Vorlandbrücken

Die beiden Vorlandbrücken West- und East-Approach werden beide als Takt-schiebebrücken hergestellt. Aufgrund der geringeren Spannweite von 55 m ergeben sich grundsätzlich folgende Änderungen im Vergleich zur Hauptbrücke im Freivorbauverfahren:

- Pfähle werden von einem temporären Sanddamm als geschlossene Stahlrohrrammpfähle hergestellt, die später bewehrt und ausbetoniert werden (Abbildung 15)
- Typischerweise werden unter jeder Pfahlkopfplatte 24 Pfähle mit einem Durchmesser von 914 x 15 mm und einer Länge von 45 m hergestellt
- Unter jedem der beiden Überbauten werden Pfeilerscheiben mit den Abmessungen 5,40 x 2,00 m angeordnet
- Der Pfeilerkopf nimmt während des Verschubs die temporären Gleitlager auf, die nach Einschub in die endgültige Lage durch die permanenten Lager ersetzt werden.
- Der Überbau wird im Taktkeller in 28 Segmenten (West Approach) mit jeweils einer Länge von 27,5 m nach einer Lernkurve im Wochentakt hergestellt.

- Die Überbauhöhe beträgt konstant 4,00 m. Der vorgespannte Betonhohlkasten hat eine Untergurtbreite von 5,10 m und eine Obergurtbreite von 7,85 m. Die Fahrbahnplatte hat eine Gesamtbreite von 14,15 m.
- Der Vershub erfolgt über 2 synchronisierte Schubanlagen (West Approach). Für den East Approach mit nur 8 Segmenten ist eine Schubanlage ausreichend.



Abb. 15: Gründung und Herstellung der Unterbauten „West Approach“

2.7 Straßenbau

Für den gut 10 km langen Straßenbau im Anschluss an die Flussquerung werden ca. 3,6 mio m³ Sand aufgespült (Abbildung 16).

Zur Ertüchtigung des Bodens werden folgende Maßnahmen geplant:

- Vertikaldrainagen zur Beschleunigung der Kriechsetzungen in den bindigen Bodenschichten: ca. 1,4 mio m
- Horizontal angeordnete Geotextilien für die Stand-sicherheit der bis zu 17 m hohen Straßendämme: ca. 650.000 m²

In den besonders weichen Sumpfbereichen werden Geotextil ummantelte Sandsäulen (GEC) hergestellt: ca. 230.000 m



Abb. 16: Nassbagger (dredger) auf dem Niger

3 BESONDERE HERAUSFORDERUNGEN

3.1 Bauausführung / Operation

3.1.1 Berücksichtigung der lokalen Randbedingungen

Die durch Regen- und Trockenzeit bedingte große Amplitude des Wasserstandes

des Niger River (siehe Abschnitt 1.3.2) ist der für die Bauarbeiten maßgeblichste lokale Einflussfaktor. Abbildung 17 zeigt die aktuellen Pegelstände des Nigers beginnend am 21.05. bis Ende Juli (Aufnahme dauert weiter an). Der Wasserstand ist während dieser Periode von 14.91 m auf 20.88 m um knapp 6 m gestiegen. Im Mittel bedeutet dies über die Dauer von 98 Tagen einen Anstieg von 6.1 cm pro Tag. Anfang Oktober ist der Scheitelpunkt zu erwarten. Bis dahin wird der Fluss noch um weitere zwei bis vier Meter ansteigen (vgl. auch Abbildung 5).

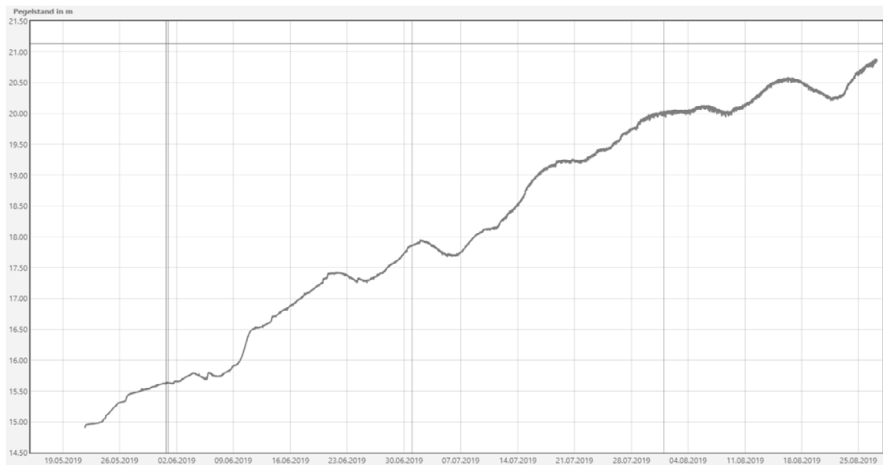


Abb. 17: Pegelstände von 21.05.2019 bis 27.08.2019

Wie in Abschnitt 1.7 beschrieben, wurden die Pfähle der Achsen 160 bis 240 sowie die Pfahlkopfplatten der Achsen 130 bis 240 von einem künstlichen, temporären Sanddamm aus „onshore“ hergestellt (Abbildung 18). Historisch gesehen war Mitte Juni von einem Wasserstand auf Höhe der Unterkante der Pfahlkopfplatten auszugehen. Hieraus ergab sich der erforderliche Fertigstellungstermin der Arbeiten entlang des West-Approaches. Tatsächlich war der maßgebende Wasserstand von 16.35 m bereits am 10.06.2019 erreicht. Die letzte Pfahlkopfplatte wurde am 07.06. und somit „just in time“ fertiggestellt.

Von den Pfahlkopfplatten aus können die aufgehenden Brückenpfeiler zu Teilen während der Hochwasserperiode oder aber während der nächsten Niedrigwasserperiode ohne großen Aufwand „offshore“ - vom Wasser aus - hergestellt werden.

Dieselbe Prämisse galt für die von der Hubinsel „ILSE“ aus hergestellten Großbohrpfähle der Hauptbrücke (siehe Abschnitt 1.4.3). Hier wäre eine erneute Gerätemobilisierung in der nächsten Niedrigwasserphase technisch einfacher umzusetzen gewesen, als das erneute Aufspülen eines temporären Sanddammes. Die damit verbundenen Kosten jedoch wären ebenfalls nicht unerheblich gewesen.

Die Herstellung der Großbohrpfähle erfolgte im 24/7 Schichtbetrieb, was Crew und Gerät auf eine harte Probe stellte. Durch ihre Erfahrung und ihr „Know-how“ gelang der Mannschaft die frist- und qualitätsgerechte Herstellung aller 75 Bohrpfähle vor Erreichen der kritischen Hochwassermarke.



Abb. 18: Temporärer Arbeitsdamm zur Herstellung des Unterbaus entlang des „West-Approaches“

3.1.2 Logistik

Der umfangreiche Einsatz von Materialien mit langen Vorlaufzeiten erfordert weit vorausschauende Beschaffungsprozesse und sorgfältige Kontrollen auf der Baustelle.

Beispielhaft seien erwähnt:

Material	*Lieferzeit
Vertikaldränage	2 Monate
Geotextilmantelnte Sandsäulen	2-5 Monate
Geotextilbahnen	3-6 Monate
Stahlrohre zur Pfahlherstellung	6-7 Monate
Freivorbaugerät	4-8 Monate
Taktschiebeanlage	9 Monate
Spannstahl	6-12 Monate

*Lieferzeit: exkl. Planung + Verhandlung

3.1.3 Nassbaggerarbeiten / Dredging

Der umfangreiche Einsatz von Materialien mit langen Vorlaufzeiten erfordert weit vorausschauende Beschaffungsprozesse und sorgfältige Kontrollen auf der Baustelle.

Die Herausforderung beim Dredging besteht in der Menge. Insgesamt sind über 3,0 mio. Kubikmeter Sand zu bewegen. Dies geschieht zu etwa einem Drittel auf Halde mit anschließender Verbringung durch JBN Erdbaugerät in den Straßendamm (Entfernung Einbaustelle zu Halde im Mittel 3,5 km) und zu zwei Drittel durch direktes Aufspülen des Dammes in die Trasse (Entfernung Einbaustelle zu Entnahmestelle < 4.0 km).

Die Entnahme des Materials erfolgt aus genehmigten Spülfeldern im Flussbett des Nigers. Die Nassbaggerarbeiten erfolgen durch einen lokalen Nachunternehmer. Der Geräteeinsatz ist wie folgt konzipiert:

- 2 Stück IHC-Beaver-Schwimmbagger
- Betrieb an sieben Tagen der Woche rund um die Uhr

Zur Verbringung des Materials von der Halde zur Einbaustelle sind mehr als 20 Articulated Dump Trucks des Typs Bell BD40 mindestens 60 h pro Woche im Einsatz. Zunächst wird eine Arbeitsplattform für die nachlaufenden Baugrundverbesserungsmaßnahmen eingebaut. Von dieser Plattform aus stellt der auf diese

Maßnahmen spezialisierte Nachunternehmer COFRA Vertikaldränagen bzw. geotextilummantelte Sandsäulen (GECs) her. Anschließend erfolgt der schichtweise Aufbau des Straßendamms in Lagestärken von je 2 m. Nach Einbau jeder Lage sind je nach Abschnitt Setzungsperioden von 28 bis 70 Tagen einzuhalten.

Die besondere Herausforderung besteht in der Steuerung zur optimalen Auslastung des Geräts unter Berücksichtigung von Wartungs- und Ausfallzeiten, der Überwachung des Dieserverbrauchs sowie der Aufrechterhaltung des reibungslosen Betriebs auch während heftigster Starkregen- und Unwetterereignissen. All dies unter dem ständigen Druck des Gesamtfertigstellungstermins sowie des nachlaufenden Subunternehmers, dessen Stillstandszeiten teuer und unbedingt zu vermeiden sind.

3.1.4 Offshore/Onshore Baustelle

In Abschnitt 2.1.1 wurden die besonderen Herausforderungen an die Herstellung der Gründung und der Unterbau beschrieben: dies gilt in ähnlicher Weise auch für den Überbau. Einige Teile werden an Land (onshore), andere auf Wasser (offshore) hergestellt. Während East- und West Approach im Taktschiebeverfahren „onshore“ hergestellt werden, wird die Hauptbrücke im Freivorbauverfahren „offshore“ hergestellt (siehe Abschnitt 1.2). Dabei rufen die „onshore“ Baustellen logistisch im Vergleich deutlich weniger Fragestellungen hervor, als es die Materiallieferungen und Bauabläufe der „offshore“ Baustellen tun.

Insgesamt sind für die Arbeiten auf dem Wasser zwei Schubeinheiten und ein Schlepper für die Verbringung der Pontons im Einsatz. Die Navigation muss bei unterschiedlichsten Randbedingungen wie Strömung, Sicht, Wind und Wasserstand reibungslos funktionieren. Auch den Fahrern der Betonmischer wird ein hohes Maß an Präzision abverlangt. Sie müssen ihre LKW's zunächst vorwärts auf den Ponton fahren. Nun erfolgt der Transport des Pontons zur Einbaustelle, wo die auf einem weiteren Ponton platzierte Betonpumpe auf den Beton wartet. Die Fahrer müssen nun, einer nach dem anderen, im Rückwärtsgang den Ponton wechseln und an die Pumpe heranfahren. Der Mischer-Ponton wird in dieser Zeit von Schubeinheit und Schlepper in Position gehalten. In der Regel sind für diese Manöver zwei Transport-Pontons und zwei Pumpen-Pontons parallel im Einsatz (Abbildung 20).

Mit Baufortschritt wird die Materiallandienung der „offshore“ Baustellen immer komplexer (Bewehrung, Schalung, Einbauteile etc.). Das Material muss dann nicht nur horizontal, sondern auch vertikal Richtung Überbau verbracht werden.



Abb. 20: Zwei Transport-Pontons und zwei Pumpen-Pontons im Parallelbetrieb zur „offshore“ Betonage einer Pfahlkopfplatte



Abb. 21: Turmdrehkran und Materialponton in Achse 260

Dazu wird in jeder der vier Achsen der Hauptbrücke ein Turmdrehkran montiert. An der Pfahlkopfplatte werden Material- und Magazinpontons fixiert (Abbildung 21).

Die Andienung mit Beton für die Überbauerstellung erfolgt dann nicht mehr über LKW-Betonpumpen, sondern über stationäre Pumpen, die auf dem Überbau stehen werden.

3.2 Planung (Design)

3.2.1 Design & Built Konzept

Die Planungsverantwortung für das Projekt liegt bei JBN. Die Tochtergesellschaft Julius Berger International GmbH (JBI) hat die Planung in diesem Sinne komplett übernommen (vgl. auch Abschnitt 1.1). Aufgrund der Größe und der Komplexität der Planungsaufgaben ergibt sich ein Geflecht von internen und externen Leistungspaketen in den Bereichen:

- Geotechnik, extern: Gründung der Brücken sowie der Straßendämme
- Brückenplanung: extern: Flussquerung; intern JBI: kleine Brückenbauwerke
- Infrastruktur: intern JBI
- Architektur für Mautstation: intern JBI
- MEP: intern JBI
- Arbeitsvorbereitung: intern JBI
- Schalung & Rüstung: extern: Freivorbaugerät; intern JBI: Taktschiebeanlage

Da das Projekt als Abrechnungsauftrag mit Deckel vergeben wurde und Änderungen im Leistungsverzeichnis nur mit erheblichem Aufwand vom Bauherrn genehmigt werden, greift das klassische Design & Built Konzept nur teilweise. Eine Optimierung der Planung und Bauausführung ist nur in begrenztem Umfang empfehlenswert. Insbesondere bei den temporären Baubehelfen sowie als Ausgleich für überschießende Mengenveränderungen - z.B. bei den verschiedenen Bodenverbesserungsmaßnahmen - sind jedoch Optimierungsaufgaben gefragt, um die Kostengrenzen einzuhalten.

3.2.2 Nationale Besonderheiten

Wie in allen Fällen des Bauens im Ausland sind in Nigeria ebenfalls einige „Randbedingungen“ in der Planung zu beachten:

- Normen: es wird prinzipiell der Eurocode mit britischen Anhängen verwendet.
- Betongüten: aufgrund der im Land verfügbaren Zemente wird nur bis zu einer Festigkeitsklasse C35/C45 geplant. Auch sulfatbeständige Betone mit geringer Wärmeentwicklung können hergestellt werden.
- Dauerhaftigkeit: um die Bauwerke möglichst wenig anfällig für Wartungsthemen zu machen, wird Wert auf entsprechende Robustheit der Konstruktionen gelegt.
- JBN Standards: für viele Bereiche hat JBN über die Jahre eigene Standards entwickelt, die in der Planung entsprechend zu berücksichtigen sind, wie z.B.:
 - Brücken mit kleinen Spannweiten bis ca 24 m bestehend aus schlaff bewehrten Fertigteilträgern mit FT-Platten als verlorener Schalung und einer Ortbetoneergänzung für die Fahrbahnplatte.
 - Taktchiebebrücken bis 55 m Spannweite.
 - Schwimmendes Gerät für die Bauausführung im Wasser wie z.B. Pontons, Hubplattform und weiteres marines Gerät.

- Bohr- und Rammgeräte für verschiedene Gründungsoptionen
- Betonfertigteilelemente für Durchlässe, Entwässerungskanäle und -schächte

3.2.3 Straßendämme auf weichen Böden

Als besondere Herausforderung für die Planung hat sich die Bemessung der Bodenverbesserungsmaßnahmen herausgestellt, die für die Stabilität und Gebrauchstauglichkeit der Straßendämme im Endzustand wie auch in temporären Bauzuständen erforderlich werden.

Für die in Abschnitt 1.8 erwähnten Maßnahmen wurde als externes Geotechnikbüro die Firma Kempfert und Raithel in Würzburg mit den Planungsaufgaben beauftragt. Im ersten Bemessungsdurchlauf auf Grundlage der vorhandenen geotechnischen Berichte ergab sich eine deutliche Überschreitung der im Vorfeld ermittelten Mengen für Geotextilien, Vertikaldrainagen und GECs. Daraufhin wurden gezielt zusätzliche Bodenuntersuchungen durchgeführt, die zu einer Neubewertung des Bodenmodells führten und in der Konsequenz zu Bemessungsergebnissen, die mit den beauftragten Mengen im Leistungsverzeichnis verträglich sind.

Von besonderer Bedeutung sind die baubegleitenden Beobachtungen der Setzungen, um die Planungsergebnisse im Feld zu bestätigen und ggfs. Anpassungen zu initiieren. Hierfür wurde ein Netz von Setzungspegeln installiert, die in regelmäßigen Abständen vermessen werden. Die entsprechenden Auswertungen dauern derzeit an.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Die Baumaßnahme wird bis Anfang 2022 abgeschlossen sein und danach eine große Entlastung der Ost-West-Verkehrsverbindung in Nigeria gewährleisten. Weiterhin ist seitens des Kunden geplant, die Phase 2a und 2b unbedingt zu realisieren, um ein schlüssiges Verkehrskonzept zu erzielen.

4.1 Baubeteiligte

Bauherr	Federal Ministry of Public Works, Nigeria
Ausführende Baufirma	Julius Berger PLC, Nigeria
Planungsbüro	Julius Berger International GmbH, Wiesbaden
Subplaner „Brücke“	Leonhardt, Andrä und Partner, Stuttgart
Subplaner „Geotechnik“	Kempfert und Raithel, Würzburg
Bodenverbesserungsmaßnahmen	COFRA, Niederlande
Nassbaggerarbeiten/Dredging	B&Q Dredging, Nigeria
Freivorbauergüst	PERI, Weißenhorn
Litzenspannsystem	BBV, Roxheim

5 LITERATUR (AUSWAHL)

Ajunam, A. (2009): Nigeria. A Harvest of Nature, 1. Auflage, Lagos, Anthill Global.

Seitz, J. (2000): Bohrpfähle, Berlin, 1. Auflage, Ernst & Sohn Verlag.

Holst, K. (2004): Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton, 5. Auflage, Berlin. Ernst & Sohn.

Braun, M., Haentjens A., Nemuth, T. (2010): Schnittstellen im Bauablauf, Köln. Werner Verlag

Geißler, K. (2014), Handbuch Brückenbau Entwurf, Konstruktion, Berechnung, Bewertung und Ertüchtigung, 1. Auflage, Berlin, Ernst & Sohn.

Girmscheid, G. (2012): Bauverfahren des Brückenbaus, 2. Auflage, IBI-Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement der ETH Zürich, Eigenverlag

Katzenbach, R. (2015): Handbuch des Spezialtiefbaus, 3. Auflage, Darmstadt, Bundesanzeiger Verlag.

SESSION 2

„Vertrags- und Abwicklungsmodelle“

Miteinander statt Gegeneinander

Systemwechsel und Kulturwandel durch
integrierte Projektabwicklung mit
Mehrparteienverträgen

Dipl.-Ing. Markus Lentzler

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

1 NEUE ZEITEN, NEUE WEGE DER ZUSAMMENARBEIT?!

Die Welt wird immer digitaler. Davon betroffen ist auch die Bauwirtschaft, in die die Digitalisierung relativ frisch Einzug hielt und seither dafür sorgt, dass die Branche eine bisher nicht dagewesene Transformation erlebt und sich Schritt für Schritt zu einer Industrie mit gemeinsamen Prozessen und Standards entwickelt.

So schwappen vermehrt Trends und neue Ansätze wie das „Building Information Modeling“ (BIM) oder „Lean Management“ auch in den deutschen Markt über. Genutzt werden diese Tools und Methoden bislang jedoch nur vereinzelt – trotz dass internationale Fallbeispiele verdeutlichen, dass sie geeignete Möglichkeiten darstellen, um Bauprojekte transparenter, effizienter, kostengünstiger und konfliktfreier abwickeln zu können. Betrachtet man die Entwicklung der Kapazitätsauslastung der Bauwirtschaft in Deutschland wird deutlich, dass dies heute weniger denn je selbstverständlich und gegeben ist: Sowohl der Tief- als auch Hochbau befinden sich auf einem historischen Rekordhoch von zuweilen 80 % Auslastung (DIW Berlin 2019).

Zurückzuführen ist dies vordergründig auf einen anhaltenden Fachkräftemangel: Es kommen nicht genügend Facharbeiter und Bauingenieure nach, die den steigenden Bedarf bewerkstelligen können. Denn dadurch, dass in der deutschen Baubranche lange Zeit eine strikte Trennung zwischen Planung und Bauausführung vorherrschte und jede Partei nur ihre Arbeit am Projekt anstelle des großen Ganzen fixierte, war sie mit einer Aura von Streit und Konflikten belegt und galt folglich als ein unattraktives Tätigkeitsfeld, insbesondere für junge Akademiker.

Es wird deutlich, dass die Zusammenarbeit innerhalb der Baubranche partnerschaftlicher werden muss, um sowohl dem Fachkräftemangel entgegenwirken als auch künftig alle Bauaufträge erfolgreich abwickeln zu können. Denn daneben zeigt sich, dass die bisweilen praktizierten Einzelvergabe- und Partnermodelle nicht mehr ausschließlich zielführend sind.

2 INTEGRATED PROJECT DELIVERY – EIN WEG AUS DER KRISE?

2.1 Was ist „Integrated Project Delivery“?

Verstärkt in den vergangenen drei Jahren erkannt haben dies auch Vertreter der Bauindustrie und Bauherren. Infolgedessen wurde nach internationalen Vorbildern für eine gute und erfolgversprechende Zusammenarbeit geschaut. Ein in den USA bereits seit vielen Jahren praktiziertes Modell stellt dabei die „Integrated Project Delivery“ dar, die einen „Lean Management“-Ansatz verfolgt: Das gesamte Projekt soll unter Anbetracht der Interessen des jeweiligen Kunden gemeinschaftlich in Planung und Ausführung optimiert werden, wobei die Beteiligten frühestmöglich einbezogen werden und so gemeinsam Entscheidungen treffen, Probleme lösen und Risiken vermeiden, beziehungsweise tragen (Heidemann 2010, S. 2).

James Pease, amerikanischer IPD-Experte im Gesundheitswesen und ehemaliger Vorsitzender des „Lean Construction Institute Northern California Community of Practice“, definiert „Integrated Project Delivery“ (kurz IPD) als „ein Liefermodell für die Lieferung von Bauprojekten unter Verwendung eines einzigen Vertrags für die Planung und den Bau mit einem gemeinsamen Risiko- und Ertragsmodell, garantierten Kosten, Haftungsausschlüssen zwischen Teammitgliedern und einem Betriebssystem, basierend auf schlanken Prinzipien und einer zusammenarbeitenden Kultur“, das oftmals auch als „Lean Integrated Project Delivery“ oder „Lean IPD“ bezeichnet wird, „um die enge Verbindung zwischen der Vertragsvergabemethode und der Implementierung von Lean-Prinzipien bei der Projektverwaltung zu demonstrieren.“ (Pease 2018) IPD verfolgt demnach den Ansatz, Menschen, Systeme, Geschäftsstrukturen und -praktiken zusammenzubringen, um gemeinsam an einem Projekt zu arbeiten und durch den Austausch der Fachkenntnisse von den Synergieeffekten der Partner zu profitieren. Unter der Maxime „Best for project“ ist das Ziel des Ganzen, gemeinsam das Optimum aus dem jeweiligen Projekt herauszuholen, den Wert für die Eigentümer zu steigern, Abfall zu reduzieren und die Effizienz in allen Phasen des Design-, Herstellungs- und Bauprozesses zu maximieren. Dies geschieht nicht zuletzt dadurch, dass durch den Einsatz von BIM- und CAD (Computer-Aided Design)-Software alle Projektbeteiligten von Beginn an ihre Informationen und Daten in einem gemeinsamen digitalen Modell

bündeln, auf das jeder jederzeit zugreifen kann (American Institute of Architects 2007, p. 1).

IPD setzt sich demnach im Wesentlichen aus drei Komponenten zusammen: der Kultur, dem Vertrag und einem schlank gehaltenen Betriebssystem. Einführend soll das IPD-Vertragsmodell in seinen Grundzügen erörtert und in den Kontext des deutschen Marktes eingeordnet werden. Denn integrierte Projektentwicklungsteams sind vertraglich anders miteinander gebunden als in herkömmlichen bilateralen Vereinbarungen.

Ein IPD-Vertrag ist im Gegensatz zu den bisherigen Vertragsmodellen multilateral angelegt und sieht mindestens drei Vertragspartner vor: das primäre Architekturbüro, den primären Bauunternehmer und den Eigentümer. Sie erarbeiten und unterzeichnen einen gemeinsamen Vertrag, in dem die Zuständigkeiten der einzelnen Beteiligten festgehalten werden und andererseits die gemeinschaftliche Verantwortlichkeit für die erfolgreiche Durchführung des Projektes fixiert wird. Was bedeutet, dass alle Beteiligten gleichermaßen am unternehmerischen Erfolg des Projektes profitieren, gleichzeitig aber auch alle Parteien am Risiko des Gesamtprojektes beteiligt sind. Zu Planungsbeginn wird eine Kosten-Ziel-Definition entwickelt und auf dieser Grundlage wird dann gemeinsam geplant und gebaut, um den Zielpreis zu erreichen. Auch werden in IPD-Verträgen immer die direkten Kosten bezahlt, was bedeutet, dass nach tatsächlich aufgewendeten Stunden vergütet wird. In den USA, die als Vorreiter für die Planung und Umsetzung von IPD-Projekten gelten, wurde 2005 die „Integrated Form of Agreement“ (IFOA) entwickelt und veröffentlicht. Dieses Mehrparteien-Vertragsmodell zielt darauf ab, eine gemeinsam-partnerschaftliche Projektführung vertraglich sicherzustellen und dem Bauherrn zu ermöglichen, die Entwicklung jederzeit beeinflussen zu können, beispielsweise wenn Fehler auftreten, die einer Korrektur bedürfen. Dadurch, dass Bauherr, Architekt und Generalunternehmer gemeinsam den Vertrag entwickeln und verhandeln, sind sie als gleichberechtigte Partner an dieselben Bedingungen gebunden – ebenso die Fachplaner und Nachunternehmer, die über sogenannte „Joining Agreements“ vertraglich mit eingebunden werden. Innovativ ist zudem, dass neben den kommerziellen Bedingungen darin auch das Verhalten der Vertragspartner untereinander bindend festgesetzt wird – was bedeutet, dass auch hier der Fokus auf dem großen Ganzen anstelle von Einzelleistungen liegt und durch Gleichberechtigung ein konstruktiv-respektvolles Zusammenarbeiten

ermöglicht wird (Heidemann 2010, S. 48 & S. 126f).

Es wird deutlich, dass das Hauptziel dieses Vertragsmodells ist, Barrieren für die Zusammenarbeit und den Innovationsaustausch zu beseitigen und gleichzeitig Anreize für Projektteams zu schaffen, um gemeinsam komplexe Projekte zu entwickeln. Anstatt dass jede beteiligte Partei nur ihre jeweilige Arbeit am Projekt betrachtet, wird in diesem zusammenarbeitenden Ansatz das Projekt in seiner Gesamtheit in den Fokus gerückt. Der Aufwand aller Beteiligten wird vergütet und die finanzielle Leistung basiert auf dem Gesamtprojektergebnis anstelle von Einzelleistungen oder Misserfolgen der partizipierenden Unternehmen. Demnach ist allen Parteien daran gelegen, die Projektziele nach Zeitplan und Budget zu erreichen, da andernfalls der Gewinn gefährdet ist. Auftraggeber wissen nicht zuletzt dadurch, dass sie aufgrund dessen bei dem Projekt kein Geld verlieren und die Rückbelastung zwischen Risiko- und Ertragspartnern entfällt (Pearse 2018).

Demgegenüber stehen vordergründig drei Herausforderungen, die bei der Planung von IPD berücksichtigt werden müssen. Zunächst einmal ist eine frühzeitige Investition unerlässlich, da der Cashflow nicht verzögert werden kann und der Eigentümer zu Beginn des Projektes keine feste Obergrenze für die Kosten hat. Hinzu kommt, dass ohne angemessenen Zeitraum und Projektkomplexität es unter Umständen nicht möglich sein wird, Einsparungen vorzunehmen, um die Vorabinvestition abzudecken (Pearse 2019).

2.2 Das Interesse an IPD wächst

2.2.1 IPD-Erfolgsbeispiele aus dem Ausland

Dass aus IPD-Projekten „großartige Resultate“ (Petäejäniemi 2019) entstehen können, zeigen auch jüngste Fallbeispiele aus dem europäischen Ausland, von denen zwei stellvertretend grob skizziert werden sollen. Als einer der nordeuropäischen Pioniere auf dem Gebiet der IPD gilt die finnische Agentur für Transport und Infrastruktur, die als zuständige Instanz für die Entwicklung und Unterhaltung des staatlichen Straßen-, Eisenbahn- und Wasserwegenetzes verantwortlich ist. Im Auftrag des Ministeriums für Transport und Kommunikation arbeitet sie an infrastrukturellen IPD-Projekten. Erste Pilotprojekte wurden dort in den Jahren 2011/2012 gestartet und zum Teil schon erfolgreich zum Abschluss gebracht. Darunter die Erneuerung der 90 Kilometer langen Eisenbahnstrecke zwischen Lielähti und Kokemäki, die

bereits drei Monate vor dem geplanten Projektende fertiggestellt werden und den gesetzten Zielpreis um 10 Mio. € unterschreiten konnte. Nicht zuletzt diesem Erfolg ist es geschuldet, dass in Finnland in den vergangenen acht Jahren rund 3 Mrd. € in IPD-Projekte investiert worden sind (Petäejäniemi 2019).

Auch im spanischen Viladecans (nahe Barcelona) wird derzeit mit dem „Edificio Gonsi Sócrates“ ein Exempel für IPD statuiert. Seit September 2018 entsteht in der katalanischen Kleinstadt ein 6.200 m² großer, vier Stockwerke umfassender Business-Park in umweltfreundlicher Bauweise, „in dem Unternehmen untergebracht werden, die sich um das Wohl ihrer Mitarbeiter bemühen“ (Edificio-Sócrates de Gonsi s.l. 2019). Neben dem Projektinitiator „GONSI“, ein spanisches Immobilienunternehmen, arbeiten drei weitere Unternehmen an dem ersten jemals in Spanien umgesetzten Kreislaufwirtschafts-Projekt, das im Spätsommer 2019 fertiggestellt werden soll. Im April 2019 konstatierte Immaculada Simó, Direktorin von GONSI, dass sie bereits sechs Monate nach Beginn der Arbeiten bestätigen könne, dass das „Edificio Gonsi Sócrates“ durch die Professionalität aller seiner Mitglieder bereichert und ein Arbeitsumfeld mit höheren Qualitätsstandards, sowohl was Prozesse als auch das Endprodukt anbelangt, geschaffen werden konnte. Hinzu käme, dass dadurch, dass alle Parteien gleichermaßen in den Projektentwicklungsprozess involviert seien, die Akteure ein deutlich höheres Verantwortungsbewusstsein gegenüber dem Projekt aufweisen als bei herkömmlichen Projektentwicklungen (Simó 2019).

2.2.2 Erstes IPD-Pilotprojekt in Deutschland

Wenn auch in Deutschland das Interesse an „Lean Management“ und IPD in den vergangenen Jahren stetig gewachsen ist und vereinzelt kleinere Pilotprojekte mit „Lean Management“-Ansätzen durchgeführt worden sind, stehen wir „im internationalen Vergleich, insbesondere mit Ländern wie den USA, Großbritannien, aber auch den skandinavischen Ländern, in Bezug auf die Anwendung und Umsetzung von Lean Management im Bauwesen noch am Anfang.“ (Heidemann 2010, S. 18) Ein ganzheitlicher Ansatz, bei dem IPD konsequent unter frühzeitiger Einbindung aller Vertragspartner Anwendung fand, hat bis dato noch nicht stattgefunden (ebd., S. 20).

Begründen lässt sich dies auch damit, dass aus rechtlicher Sicht lange Zeit Unklarheit darüber herrschte, ob sich die internationalen Standards der integrativen Pro-

jektentwicklung mit den hierzulande geltenden Wettbewerbs-, Werkvertrags- und Gesellschaftsrechten vereinbaren lassen. Zur Klärung dieser Frage beschäftigte sich eine Arbeitsgruppe im Rahmen des 7. Deutschen Baugerichtstages mit der Thematik und arbeitete Leitlinien für die Verankerung integrativer Projektentwicklung im BGB aus. Bei der Analyse von ausländischen IPD-Modellen zeigte sich u. a. anhand des zuvor skizzierten Fallbeispiels Finnland, dass IPD-Modelle mit dem europäischen Vergaberecht kompatibel zu sein scheinen (Breyer et al. 2018, S. 69). Im entscheidenden, darauffolgenden Schritt prüfte das Expertenteam dann, „ob und inwieweit derartige Strukturen vor dem Hintergrund des deutschen Rechtes erfolgreich Bestand haben können“ (ebd., S. 70). Mit dem Ergebnis, dass sich die Strukturen auf das deutsche Recht und Versicherungswesen adaptieren lassen: Da § 311 Absatz 1 BGB keinen Typenzwang, stattdessen weitreichende Vertragsfreiheit vorsieht, ist es Allianz-Anwärtern durchaus gestattet, auch atypische Verträge („sui generis“) zu entwickeln und einzugehen. Die Verträge können dabei sowohl für einzelne Projekte individuell gestaltet als auch generalisierend für eine Vielzahl von Projekten ausgerichtet werden (ebd., S. 73). Schlussendlich müsse jedoch stets im Fokus stehen, einen vertraglichen Rahmen zu schaffen, „der die Spielregeln für alle Beteiligten so formuliert, dass diese nicht nur ihren Individualnutzen im Blick haben, sondern in der Überzeugung arbeiten, dass der Fokus auf dem gemeinsamen Projekterfolg auch den eigenen Individualinteressen am besten dient.“ (ebd., S. 70)

Auch die „Initiative TeamBuilding“, die seit Ende 2016 besteht, arbeitete in den vergangenen anderthalb Jahren unter Einbezug relevanter Marktteilnehmer (Bauherren, Planer, Bauunternehmen) zusammen mit Universitäten intensiv an den wesentlichen Themenfeldern für die Realisierung eines integrierten Projektentwicklungs-Modells. An diesen wie auch den Untersuchungsergebnissen der Arbeitsgruppe des 7. Deutschen Baugerichtstages anknüpfend initiierte die ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG, die als Gründungsmitglied der Initiative „TeamBuilding“ als maßgeblicher Treiber in der Bestrebung, integrierte Projektentwicklung nach Deutschland zu bringen, agiert, das erste „Lean IPA“-Pilotprojekt Deutschlands – ein internationales, 38.000 m² umfassendes Kongresshotel in der Hamburger HafenCity. Als Anhandnehmer für das im Elbbrückenquartier gelegenen Grundstücks und Bauherr des Hotels realisiert sie seit Anfang 2018 gemeinsam mit ihren Projektpartnern, der HSP Hamburg Invest, der gmp Generalplanungsgesellschaft mbH, der ZWP Ingenieur-AG, der Ed. Züblin AG, der Lind-

ner Group SE und Züblin Spezialtiefbau GmbH, das Großprojekt am künftigen östlichen Eingang zur Hamburger City, das bis 2023 fertiggestellt werden soll.

Nicht zuletzt daran, dass insgesamt sieben Parteien an dem Projekt partizipieren, zeigt sich, dass derartige Projekte auf großen Zuspruch stoßen und viele Unternehmen hierzulande nicht nur „den Mehrparteienvertrag sehr positiv sehen“ (Lentzler 2019), sondern auch gewillt sind, den Kulturwandel in der Baubranche aktiv voranzutreiben: Weil die Branche müde davon ist, ständig zu streiten, wurde der Weg vom bilateralen, auf unternehmerische Einzelinteressen fokussierten Arbeiten hin zu einer gemeinsamen „Best for project“-Sicht- und Arbeitsweise, bei der im Bestfall alle gemeinsam ein gutes Ergebnis erzielen oder andernfalls alle die Verantwortung dafür übernehmen, wenn trotz der Bemühungen das gewünschte Ergebnis nicht erzielt werden kann, geebnet und betreten. Essenzieller Bestandteil dessen bildet auch die Projektcharta, die von allen Projektbeteiligten in einem ganztägigen Workshop ausgearbeitet und unterzeichnet worden ist. Das interdisziplinäre Projektteam arbeitet in einem gemeinsamen Coworking-Space zusammen, wodurch alle Projektbeteiligten in kontinuierlichem Austausch miteinander stehen. Um dem Verfall in alte Muster vorzubeugen, misst zudem ein externer Experte in vierteljährlichen Abständen die Projektkultur, damit sich das Projektteam selbst kontrollieren und ggf. korrigieren kann.

Dass dies wie auch der generell verfolgte „Best for project“-Ansatz fruchtet, zeigt sich ebenso in den Zwischenbilanzen, die die Projektbeteiligten ziehen: Während dem Bauherren, der ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG, zunächst einmal deutlich wurde, dass sie das Hotel in seiner ursprünglichen Form gar nicht erst hätte bauen können, da erst das integrative Projekt-Setup die Hinzunahme eines weiteren Nutzungsbausteins in die Gebäudegeometrie ermöglichte, wodurch die Projekt-Wirtschaftlichkeit hergestellt werden konnte (Lentzler 2019), sehen auch die anderen Projektpartner klare Vorteile in dem aktuell praktizierten Abwicklungsmodell – sowohl was die Zusammenarbeit als auch den Abwicklungsprozess betrifft: So gibt Nikolaus Goetze, Partner der gmp Generalplanungsgesellschaft mbH, als größten Vorteil des IPA-Vertragsmodells an, dass durch das Miteinander von Planung und Bau ermöglicht werde, „das Gebäude ganzheitlich im Sinne des „Baumeisters“ zu betreuen und so eine nachhaltige Qualität zu erzeugen“ und dies nicht zuletzt dadurch, dass „es vom ersten Tag an einen 360-Grad-Blick auf das gesamte Projekt“ gebe. Auch ZWP Ingenieur-AG-Vor-

standsmitglied Hans-Joachim Kloth sieht in der gesamtheitlichen Betrachtung des Projektes und insbesondere in der der Gleichberechtigung der einzelnen Partner einen entscheidenden Vorzug: „Durch die Kultur der gleichberechtigten Augenhöhe und der gemeinsam getragenen Verantwortung für das Projekt werden die Belange der TGA-Planung von allen Beteiligten mit Wertschätzung behandelt und verantwortungsvoll gute Entscheidungen getroffen.“ Den von Nikolaus Goetze thematisierten „360-Grad-Blick“ auf das Projekt und die gemeinschaftliche Arbeit hebt auch Markus Landgraf, Technischer Direktionsleiter der Ed. Züblin AG, als maßgebend hervor: „Im Team ist die Idee gemeinschaftlich geboren, das Projekt vollständig von Anfang bis Ende in BIM aufzusetzen. Wie bei allen neuen Methoden funktioniert dies gemeinsam in einer Partnerschaft viel besser als in einer konfliktbeladenen Atmosphäre.“ Jens Quade, technischer Direktionsleiter der Ed. Züblin AG, pflichtet seinem Kollegen insbesondere in dem Konfliktvermeidungspotenzial durch die Aufhebung der traditionellen Grenzen zwischen Planen und Bauen bei: „Dadurch, dass wir bereits in der Vorplanung die Auftraggeber, Auftragnehmer und Planer zusammengebracht und gemeinsam den Leistungsumfang, verbindliche Regeln und Ziele definiert haben, konnten wir das Problem der unterschiedlichen Interessen der Baubeteiligten überwinden.“ Lars von zur Gathen, technischer Bereichsleiter der Züblin Spezialtiefbau GmbH, führt aus der Perspektive eines Bauunternehmens als ausschlaggebenden Vorteil an: „Indem wir zusammenarbeiten, können wir tun, was für den Einzelnen nicht möglich ist und stellen sicher, dass das Projekt als Ganzes profitiert. Besonders stellen wir den Übergang zwischen Tief- und Hochbau vom ersten Tag an sicher.“ Heinrich Büchner, Managing Director der Lindner Group SE, erläutert zudem, dass durch das Verständnis von Lean IPA als „eine ganzheitliche Herangehensweise über die Prozesse Planung, Kalkulation, Fertigung und Montage aller Gewerke“ und dem damit verbundenen kontinuierlichen Informationsaustausch unter den Projektbeteiligten bereits vom ersten Tag an die notwendigen Fertigungsaspekte berücksichtigt werden können. Dadurch könne man „den Materialfluss vom Eingang der Rohmaterialien bis zum fertigen Produkt am Einbauort“ optimieren und so neben Wartezeiten auch „andere, nicht wertschöpfende Verschwendungsarten“ reduzieren.

3 LET'S WORK TOGETHER – RIGHT NOW!

Abschließend sollen die Kernmerkmale der integrierten Projektabwicklung nochmals zusammengefasst und überdies die daraus resultierenden Vorzüge hervorgehoben werden.

Integrierte Projektabwicklung ist – für den deutschsprachigen Raum – ein neuartiges, multilaterales und digitale Anwendungen miteinbeziehendes Projektabwicklungsmodell, das anstelle der traditionell bilateralen Vertragsbeziehungen tritt. Anders als dort sind bei IPA alle Projektpartner vertraglich miteinander gebunden und somit partizipieren und profitieren auch alle am unternehmerischen Erfolg des jeweiligen Projektes bzw. tragen gemeinschaftlich die Verantwortung dafür, sollte das Projekt scheitern.

In Anbetracht der zuvor erläuterten Grundprinzipien des „Lean Managements“ sowie der skizzierten IPD-Fallbeispiele wird deutlich, dass der Einsatz von Mehrparteienverträgen wie „Lean IPA“ im Falle des Kongresshotels HafenCity auf bestimmte Projektarten limitiert ist. Diverse Untersuchungen ergaben, dass sich hierfür insbesondere große und komplexe Bauprojekte eignen, bei denen eine gewisse Unsicherheit bezüglich des Bausolls vorherrscht und demzufolge die Wahrscheinlichkeit des Auftretens erheblicher Bausoll-Änderungen hoch ist. Diese anmutenden Risiken relativieren sich dadurch, dass alle Projektpartner das Risiko in der Abwicklung mittragen und gepaart mit dem flexibler als in herkömmlichen Abwicklungsmodellen gestalteten Handlungsspielraum ein verbessertes Risikomanagement gegeben ist (Schlabach 2013, S. 157f). Grundsätzlich ist integrierte Projektabwicklung von der Überzeugung motiviert, dass kein Teil des Entwurfs-, Bau- und Betriebsprozesses dem Zufall überlassen werden sollte. Die Vorstellung, dass ein großes Projekt einfach zu groß oder zu komplex ist, um es zu kontrollieren oder, dass ein kleines Projekt zu einfach ist, um verbessert zu werden, wird zurückgewiesen (Fischer et al. 2017, p. 32).

Ein weiterer, entscheidender Unterschied zu herkömmlichen Projektabwicklungsmodellen liegt in der Art und Weise der Zusammenarbeit: Anstatt getrennt und auf die Optimierung von Einzelleistungen fokussiert zu sein, arbeitet ein integriertes

Projektteam als eine Art virtuelle Organisation, die sich dem Projekt verschrieben hat, teilt seine Ressourcen mit allen Partnern, unterstützt sich gegenseitig und trifft Entscheidungen, die sich an den zentralen Projektwerten orientieren. Dadurch steht nicht nur das Projekt als Ganzes bzw. dessen Gelingen im Fokus aller Handlungen, vielmehr wird dadurch auch das Konfliktpotenzial innerhalb der am Projekt beteiligten Parteien drastisch gesenkt. Das wirkt sich wiederum positiv auf das Gesamtergebnis aus: Projekte, insbesondere komplexe, schreiten reibungsloser und effektiver voran, wenn in der Zusammenarbeit alle Stakeholder, Regulatoren und Projektteilnehmer mit einbezogen werden. Durch das Miteinander statt Gegeneinander können Barrieren der Zusammenarbeit überwunden und Ergebnisse erzielt werden, die unter anderen Umständen nicht möglich gewesen wären (Fischer et al. 2017, p. 5; p. 296f).

Dass diese neue Form der Zusammenarbeit die absolute Grundvoraussetzung dafür bildet, ein IPD-Projekt erfolgreich aufziehen zu können, konstatiert auch Stuart Eckblad, der auf eine zwanzigjährige Erfahrung in der erfolgreichen Abwicklung von IPD-Projekten in den USA (u. a. das bekannte „UCSF Medical Center Hospital“-Projekt) zurückblickt: „The basic premise is that a truly integrated project team of multiple firms will work collaboratively, as one firm, to create a „best for project culture.“ (Fischer et al. 2017, p. 435). Auch er kann aus seiner praktischen Erfahrung bestätigen, dass mittels integrierter Projektabwicklung „außergewöhnliche Projektergebnisse“ erzielt werden können und betont dabei, dass diese Erfolge von der Schaffung einer projektspezifischen Community abhängig seien: Ist das Klima gut, so wird das Endprodukt umso besser - und alle Beteiligten profitieren davon.

„Integrated Project Delivery“ geht daher weit über ein bloßes Vertragskonstrukt hinaus - sie stellt durch ihren zusammenarbeitenden Ansatz vielmehr auch eine Kulturveränderung innerhalb der zumeist von verhärteten Fronten geprägten Baubranche dar. Erstmals verschmelzen die traditionell getrennt voneinander ablaufenden Prozesse „Planen“ und „Bauen“ miteinander unter der Intention, durch Zusammenarbeit gemeinsam das Beste für das Projekt zu erreichen ohne Einzelinteressen in den Vordergrund zu stellen, auf dem eigenen Recht zu beharren oder womöglich anderen Parteien schaden zu wollen. Dass dies nicht nur bloße Vision, sondern erfolgreich gelebte Praxis sein kann, zeigen zahlreiche Fallbeispiele aus dem Ausland. Doch auch hierzulande ist der Weg für diese

neue Form der Zusammenarbeit strukturell geebnet und mit dem „Kongresshotel HafenCity“-Projekt kürzlich beschrritten worden.

Es fordert mitunter Offenheit und Mut, diesen Schritt zu gehen, doch wurde das Gesamtkonzept von integrierter Projektentwicklung erst einmal verinnerlicht, so wird erkannt, dass es an der Zeit ist, eine neue Ära einzuleiten. Und das nicht nur um sicherstellen zu können, dass auch künftig alle Bauaufträge abgewickelt werden können, sondern auch, um die Reputation der Branche wiederherzustellen und sie für die dringend benötigten Fachkräfte wieder attraktiv zu machen. Kaum jemand möchte gerne in einem konfliktbehafteten Umfeld arbeiten, in dem es vordergründig darum geht, anderen mehr zu schaden als zu nutzen oder nur sich selbst zu profilieren und das, was den eigentlichen Reiz der ausgeübten Arbeit, nämlich gemeinschaftlich eine Vision in die Realität umzusetzen, aus den Augen zu verlieren. Natürlich ist integrierte Projektentwicklung kein Allheilmittel, dennoch beweist sie, dass Bauen wieder Freude machen kann.

4 LITERATURVERZEICHNIS

American Institute of Architects, 2007. Integrated Project Delivery: A Guide [online] [Abruf: 2019-07-31] <http://info.aia.org/siteobjects/files/ipd_guide_2007.pdf>

Breyer, Wolfgang et al., 2018. Arbeitskreis XI – Mehrparteienverträge für komplexe Bauverträge. In: 7. Deutscher Baugerichtstag am 4./5. Mai 2018 in Hamm/Westf., Thesen der Arbeitskreise I bis XII, S. 64-74 [online] [Abruf: 2019-08-02] <http://www.heimann-partner.com/wp-content/uploads/BauR_2018_Thesenheft.pdf>

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e. V., 2019. DIW Wochenbericht 1+2 2019 [online] [Abruf: 2019-07-31] <https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.611175.de/19-1-1.pdf>

Fischer, Martin et al., 2017. Integrating Project Delivery. Hoboken: John Wiley & Sons Inc. ISBN 978-0470-587355.

Edificio-Sócrates de Gonsi s.l., 2019. Ficha Técnica [online] [Abruf: 2019-08-01] <<https://www.edificio-socrates.com/ficha-edificio/>>

Heidemann, Ailke, 2010. Kooperative Projektabwicklung im Bauwesen unter der Berücksichtigung von Lean-Prinzipien - Entwicklung eines Lean-Projektentwicklungssystems [online] [Abruf: 2019-08-02] <<https://d-nb.info/1006965866/34>>

Lentzler, Markus, 2019. ECE Kongresshotel Hafencity Hamburg - Interview mit Markus Lentzler, ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG. In: ZWP News 2019

Pearse, James, 2018. What is Integrated Project Delivery (IPD)? - Part 1 of 3 [online] [Abruf: 2019-07-31] < <https://leanconstructionblog.com/What-is-Integrated-Project-Delivery-Part-1.html>>

Pearse, James, 2019. What is Integrated Project Delivery? [online] [Abruf: 2019-07-31] < <https://leanipd.com/integrated-project-delivery/>>

Petäjaniemi, Pekka, 2019. Finnish Journey - Approach and Experiences to Integrated Project Delivery. Vortrag auf der German Lean Construction Institute-Konferenz in Berlin. [Abruf: 2019-07-31] <https://www.glci.de/sites/default/files/2019/Berlin-Konferenz/3_Petaejaniemi.P...pdf>

Schlabach, Carina, 2013. Randbedingungen für die Anwendung einer Projekttalians nach australischem Vorbild bei Hochbauprojekten auf den deutschen Baupmarkt [online] [Abruf: 2019-08-06] <<https://www.bbb-kongress.de/fileadmin/files/rueckblick/darmstadt2013/pdf/Schlabach.pdf>>

Simó, Immaculada, 2019. ¿Construir un edificio con metodología colaborativa? ¿De qué va? [online] [Abruf: 2019-08-02] <<https://www.edificio-socrates.com/construir-edificio-metodologia-colaborativa/>>

Zehn Gebote für die Bauprojektentwicklung

Alte Wahrheit neu gedacht

Dr. Konstantin Pochmarski

HOHENBERG STRAUSS BUCHBAUER
RECHTSANWÄLTE

1 EINLEITUNG

1.1 Befund

1.1.1

Dem Beitrag ist als Einleitung der Befund voranzustellen, dass seit Jahren von Auftraggeber(AG)- und von Auftragnehmer(AN)-Seite *gleichermaßen* die Verhältnisse bei der Abwicklung von Bauprojekten und Bauverträgen kritisiert werden¹. Von **AG-Seite** wird oft das Bild von professionalisiertem und unfairem Claim Management seitens der AN gezeichnet. Dieses Claim Management der AN erfolge nicht auf Basis konkreter Wertschöpfung, sondern aufgrund abstrakter bauwirtschaftlicher Mehrkostenforderungen² ohne zugrundeliegende wertschöpfende Leistung³. Umgekehrt beklagt sich die **AN-Seite** über „gutsherrenartig auftretende“⁴ AG, welche zB durch ausgefeilte Vertragsbedingungen versuchen würden, in unzumutbarer Weise Risiken auf den AN zu verschieben, um sich selbst Aufwand für Organisation zu ersparen oder eigene Nachlässigkeiten (zB bei der Zeitplanung) auf den AN abzuwälzen⁵.

1.1.2

Auch wenn klar ist, dass Bauprojekte vor zB 30 oder 40 Jahren nur im verkürzten Rückblick ein „verlorenes Paradies“ dargestellt haben, muss der Befund, dass viele Nebenaspekte von dem eigentlichen Ziel beider Vertragsparteien – *mangelfreie und rechtzeitige Errichtung eines Bauwerkes zum vereinbarten angemessenen Werklohn*⁶ – ablenken, ernst genommen werden. Es lohnt, über Verbesserungen

¹ Vgl für viele Oberndorfer/Haring, Claim-Management³, 1ff; Müller/Stempkowski, HB Claim-Management², 6f; Schneider, Brauchen wir ein neues oder ein besseres Vertrags- und Vergabemodell für Infrastrukturprojekte? bau aktuell 2014, 62.

² IdF nur mehr als „MKF“ abgekürzt.

³ Vgl Kodek/Plettenbacher/Draskowits/Kolm, Mehrkosten beim Bauvertrag, 1ff; für Deutschland vgl Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, Rz 238

⁴ Diesen Begriff verwendet treffend Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, Rz 236 und 239.

⁵ Vgl Markus/Kapellmann/Pioch, AGB-Handbuch Bauvertragsklauseln⁵, Rz 1.

⁶ Negativ formuliert ergeben sich regelmäßig Streitigkeiten über „Baumängel“, über „Zeitverzug“ über „überhöhte Preise“ und „Mehrkostenforderungen“.

dieses von beiden Seiten als negativ empfundenen Zustandes nachzudenken.

Zum Teil werden als Lösung Wundermittel präsentiert, welche die Eigenschaft hätten, ohne besonderen Aufwand und ohne besondere Kosten die vorhandenen oder zumindest empfundenen Probleme völlig zu beseitigen: Wenn sich nur AG und AN wieder (gemeint offenkundig: „wie früher“) „partnerschaftlich“ verhalten würden, würden Probleme vermieden⁷. Es gäbe in anderen Ländern besondere Modelle der Projekt- oder Vertragsgestaltung; würde man diese einfach nach Österreich transplantieren, so würde dieses „goldene Zeitalter“ der Bauprojektentwicklung wiederkehren.

1.1.3

Der Autor ist der Meinung, dass schon der Befund nicht schwarz oder weiß, sondern grau ist. Nicht alles was früher war, war gut und nicht alles, was heute passiert, ist schlecht. Auch bezüglich der oft angepriesenen Wundermittel ist der Autor skeptisch, dass es Ideal-Lösungen geben sollte, welche praktisch keine Kosten und keinen Aufwand erfordern⁸.

2 INTERESSENLAGEN

2.1

Die Forderung, dass AG und AN bei Abwicklung eines Bauprojektes wirklich „partnerschaftlich“ zusammenarbeiten, übersieht, dass sowohl AG als auch AN mit jedem Bauprojekt **primär** eigene Interessen verfolgen und das gemeinsame Bauprojekt erst in untergeordneter Rangfolge rangiert.

⁷ Vgl exemplarisch das „Partnerschaftsmodell“ der ÖNORM B 2118; ausführlich Resch, Das Partnerschaftsmodell nach der ÖNORM B 2118, bau aktuell 2010, 227.

⁸ *Ausdrücklich als positiv hervorzuheben sind die konkreten Vorgaben für „Partnering“ in Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 76f.*

2.2

Das *primäre* Ziel des **AN** ist, mit der Herstellung eines Bauwerkes möglichst viel Gewinn zu erzielen. Das *primäre* Ziel des **AG** ist genau diametral ein möglichst qualitatives Bauwerk in möglichst kurzer Zeit zu möglichst niedrigem Werklohn zu erhalten.

Diese *einander diametral entgegengesetzten primären* Interessen beider Beteiligten müssen als wirtschaftsgesetzlich gegeben akzeptiert werden. Auch ist die Verfolgung dieser Interessen durch AG und AN nicht „gut“ oder „böse“, sondern ebenfalls wirtschaftsgesetzlich vorgegeben. Jegliche Verbesserung des befundenen Zustandes kann nicht mit sozialromantischen Idealen einer „Partnerschaft von AG und AN“ begründet werden⁹, sondern mit der Betonung von *anderen* Interessen der Vertragspartner, welche die ungehemmte Verfolgung der *primären* Interessen beider zügelt.

2.3

Nachgelagert zu den oben dargestellten *primären* eigenen Interessen, haben AN und AG eben doch das *sekundäre gemeinsame* Interesse, das Bauprojekt erfolgreich zu Ende zu führen. Das Bewusstsein dieses gemeinsamen Interesses, welches durch die Bindungen von Vertrag und Gesetz reguliert wird, kann beitragen, die ungehemmte Verfolgung egoistischer Ziele abzumildern, da ein sol-

⁹ In der Disziplin des Zivilprozessrechtes wurde versucht, die im 19. Jhd. zeitgemäße Charakterisierung eines Zivilprozesses als „Kampf“, mit der Klage als „Angriff“, der mit „Sieg“ oder „Niederlage“ endet, in der zweiten Hälfte des 20. Jhdts mit der Deutung als „ARGE Zivilprozess“ zu gemeinsamer Prozessführung umzudeuten. Zur zutreffenden Kritik an der „Sozialromantik“ dieser Vorstellung siehe Stürner, Liberalismus und Zivilprozess, ÖJZ 2014/95 und ausführlich auch Gerolding, Der mutwillige Rechtsstreit, 482.

¹⁰ Vgl. den von Hobbes in Leviathan geschilderten Zustand des „[...] war [...] of every man against every man.“; vgl. Hobbes, Leviathan, Teil I, Kap. 13, 70 (Dover ed. 2006); die moderne Version in der globalen Sicherheitspolitik ist die Strategie von „MAD – mutually assured destruction“. Vgl. zum „Gefangenendilemma“ in der Betriebswirtschaft Rößl/Hatak, Das Management zwischenbetrieblicher Kooperationen, WiPol 3/2017 „Kooperation und Konflikt“.

ches Verhalten durch beide Vertragsparteien auch *beiden* schadet. Es ist hier ein Vergleich mit dem bekannten „Gefangenendilemma“ naheliegend¹⁰: Als „Super-GAU“ eines Bauprojektes ist zu nennen, wenn gegen 3/4 der Abwicklung der Generalunternehmer (GU) in Insolvenz verfällt, sodass ein neuer Unternehmer weiterzuarbeiten hat, die dadurch anfallenden Mehrkosten lediglich im Umfang der Insolvenzquote befriedigt werden und sämtliche in die Zukunft reichenden (Gewährleistungs-)Ansprüche gegen den insolventen GU aus der (Minder-)Qualität seiner Bauleistung auf dem Schutthaufen der Insolvenz gelandet sind.

2.4

Ein weiterer bremsender Aspekt für die hemmungslose Verfolgung egoistischer Ziele sollte eine Kosten-Nutzen-Relation sein: **Jegliches (Anti)Claim Management kostet**. Ein Beispiel: Jeder vom AG dem AN einseitig oktroyierte knappe Bauzeitplan wird als Reaktion sofort ab Vertragsschluss zu Warnungen und Behinderungsanzeigen des AN führen, die bei AN und AG großen Bearbeitungsaufwand verursachen¹¹. Es gilt zu beurteilen, ab welcher Schwelle die durchgesetzte (berechtigte oder unberechtigte) MKF mit ihrer Durchsetzung insgesamt *mehr kostet als nutzt*¹². Dabei geht es nicht um eine fatalistische Resignation gegenüber unberechtigten Forderungen des Vertragspartners¹³: Unbestreitbares Faktum ist aber, dass die überwiegende Mehrzahl an Bauprozessen um MKF nicht zu einer centgenauen rechtskräftigen Entscheidung der höchstmöglichen anrufbaren Gerichtsstanz geführt werden, sondern vorher verglichen werden, gerade weil eben die Kosten¹⁴ zur centgenauen Abwehr oder Durchsetzung einer MKF den

¹¹ Vgl zu diesem Szenario Kapellmann, Juristisches Projektmanagement², Rz 737, mit dem sinnvollen Hinweis schon im Vergabegespräch die Auskömmlichkeit der Ausführungsfristen zu prüfen; ebenso Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 73.

¹² Dieselbe Überlegung gilt umgekehrt natürlich auch für die Kosten der Abwehr einer (berechtigten oder unberechtigten) MKF.

¹³ Vgl Krejci, Baurecht, 366.

¹⁴ Darunter sind betriebswirtschaftlich sowohl die gerichtsunmittelbaren Kosten, wie Gerichtsgebühren, Sachverständigenkosten und Anwaltshonorar zu verstehen, wie auch die mittelbaren Kosten durch Bindung der Kapazität von Mitarbeitern durch Vorbereitung und Begleitung von Gerichtsverfahren.

Nutzen dafür nicht rechtfertigen. Diese Kosten-/Nutzen-Gegenüberstellung einer *exakten und vollständigen* Durchsetzung oder Abwehr einer MKF in einem Gerichtsverfahren ist verallgemeinerbar.

2.5

Ein weiterer Vernunftgrund, der die ungebremste Verfolgung egoistischer Ziele abmildert, ist die **Erwartung zukünftiger Zusammenarbeit**. Während bei einem *erwarteten* *bloß* einmaligen Bauprojekt aggressives Verhalten die Erreichung eigener Ziele durchaus bestmöglich fördern kann, ist dies bei *Erwartung zukünftiger Zusammenarbeit* kontraproduktiv. Hier sollten selbst die Regelungen des Vergaberechts, welche bei einem neuen Projekt eines öffentlichen AG jedem Bieter die gleiche Chance geben, unabhängig von dessen Verhalten bei vorherigen Projekten, nicht überschätzt werden¹⁵.

2.6

Es sollten rational handelnde AG und AN ohne Emotionen prüfen und beurteilen, inwieweit solche *sekundäre* Ziele – zB Verwirklichung des gemeinsamen Bauprojektes, Positionierung für zukünftige gemeinsame Projekte, Kosten-Nutzen-Aufwand von (Anti)Claim-Maßnahmen – den Drang zu egoistischer Interessenverfolgung¹⁶ aus wohlverstandendem Eigeninteresse bremsen sollten und mit welchen Mitteln dies erfolgen sollte.

¹⁵ Auch das Vergaberecht kann das institutionale Gedächtnis von Organisationen nicht einfach löschen; § 78 Abs 1 Z 9 BVergG 2018 ist nur die Positivierung dieses Gedankens.

¹⁶ Vgl Eschenbruch, *Bauvertragsmanagement*, 73 zu „Recht und Macht im Bauvertragswesen“ und Oberndorfer/Haring, *Claim-Management*³, 25f „Mißbrauch von Macht“.

3 „10 GEBOTE“

Die nachstehenden „10 Gebote“ entfallen keinem absoluten Anspruch, immer und für jedes Bauprojekt und für jeden AG/AN richtig zu sein. Sie sollen vielmehr zum Nachdenken über das bisherige eigene Handeln anregen und Beurteilungsstoff für die Entwicklung zukünftiger Handlungsalternativen geben.

3.1 Qualität und Vollständigkeit der Planung

3.1.1

Dem Bestreben vieler Auftraggeber unter Inkaufnahme einer qualitativ *schlechten* Planung, **Kosten für die Planung zu sparen**, ist klar zu antworten, dass diese Kostenersparnis eine nur scheinbare ist¹⁷.

3.1.2

Neben dem Streben nach Kostenreduktion ist oft der **zeitliche Druck** dafür ausschlaggebend, dass ein AG nicht die Erstellung einer vollständigen Planung vom Planer abwartet. Die Auswirkungen der „Sünde“ *unvollständiger* Planung zum Zeitpunkt der Ausschreibung oder gar des Baubeginns sind so schwerwiegend, dass sie vielfach aufgezeigt wurden¹⁸. Die *unfertige* Planung ist eine große Ursache für das Entstehen von Mehrkostenforderungen¹⁹ und Problemen bei Einhaltung des Bauzeitplans und schließlich für Mängel und Schäden²⁰ durch technische Fehler bei der Herstellung.

¹⁷ In der *Planungsphase* ist die Kostenbeeinflussbarkeit eine viel höhere, als nach Beginn der *Ausführungsphase*; vgl zB zur „Zehner-Regel“ Plettenbacher/Stopfer/Nowotny, Handbuch Anti-Claim-Management, 3; vgl auch Kern, „Das Paradoxe daran ist die Tatsache, dass billigen Planungen oft teure Gerichtsprozesse folgen“, Interview in bau aktuell 2019, 87.

¹⁸ Plettenbacher/Stopfer/Nowotny, Handbuch Anti-Claim-Management, 49;

¹⁹ Selbst wenn diese MKF berechtigt sind, verursachen sie auf beiden Seiten Bearbeitungsaufwand und werden vom AG regelmäßig als „lästig“ empfunden; ausführlich Lechner, „Die Situation am österreichischen Markt ist tatsächlich nur noch als dramatisch zu bezeichnen“, Interview in bau aktuell 2016, 156.

²⁰ Hier sind sowohl die Mangelschäden zu nennen, die aber bei kommerziellen Bauprojekten oft durch Mangelfolgeschäden, wie Nachteile bei der Nutzung oder Verwertung übertroffen werden.

Freilich hat der AG, der dazu aufgrund solcher zeitlicher Umstände *gezwungen*²¹ ist, Folgeschritte zu setzen, um die erwartbaren Folgen dieser Entscheidung zu meistern.

3.1.3

Die erste Folgerung, wenn die (Ausführungs-)Planung nachgeliefert werden muss, ist eine realistische **Beurteilung der Kapazitäten des eingesetzten Planers** durch den AG²². Nur wenn die Kapazitäten des Planers, die noch fehlende Planung weiterzubearbeiten und fertigzustellen, *höher* ist, als die Kapazität der Ausführung durch den AN (inkl Planvorlaufzeit²³), kommt es nicht zum Phänomen der „rollenden Planung“²⁴. In dieser Situation wirkt sich die Unart mancher AG bzw Planer negativ aus, sich bloß mit *Bauzeitplänen* auf die zeitliche Organisation der *Bauzeit* zu konzentrieren, anstatt auch die zeitliche Komponente der *Planung* in einem *Planungsterminplan* zu steuern²⁵.

3.1.4

Die nächste Konsequenz aus dieser „baubegleitenden“ Planung ist der geänderte **organisatorische und vertragliche Umgang mit Leistungsänderungen**²⁶ und damit korrespondierenden MKF: Eine „Örtliche Bauaufsicht“ (ÖBA), welche bei detaillierter Planung als Grundlage von Ausschreibung und Baudurchführung „nur“ mehr deren technisch richtige Umsetzung zu prüfen hat²⁷, benötigt geringere

²¹ Wenn ein solcher Zwang zu vorschneller Setzung der nächsten Schritte wie Ausschreibung und Baubeginn für den AG nicht besteht, kann der klare Ratschlag nur sein, diese eben nicht zu setzen, da die Auswirkungen unvollständiger Planung so massiv sind.

²² Vgl Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 193f zum „Personaleinsatzplan“ des Planers.

²³ Vgl Pkt 5.5.1. der ÖNORM B 2110, ausführlich Weselik, Der Planungsverzug beim Bauvertrag, bau aktuell 2016, 6.

²⁴ Ein bekannter Gerichts-SV hat mit diesem Bonmot der „rollenden Planung“ eine Planung bezeichnet, die von der Ausführung „überrollt“ wird.

²⁵ Vgl zur Notwendigkeit der Terminplanung der Planung Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 194; Kapellmann, Juristisches Projektmanagement², 324 und zur Umsetzung Lechner, Abgrenzung der Projektsteuerung von der örtlichen Bauaufsicht, bau aktuell 2018, 108.

²⁶ Gem Pkt 3.7.1. der ÖNORM B 2110.

²⁷ Vgl Kolm in Kodek/Plettenbacher/Draskovits/Kolm, Mehrkosten beim Bauvertrag, 218, zu den „üblichen“ Aufgaben der ÖBA.

Kapazitäten als eine Leitungsorganisation des AG²⁸, welche nachträglich vom Planer gelieferte Pläne prüft, gegenüber dem AN anordnet²⁹ und dann die aus diesen angeordneten Leistungsänderungen resultierenden MKF bearbeitet.

3.1.5

In **vertraglicher Hinsicht** kann das bloße Vorliegen einer Entwurfsplanung zur Entscheidung für eine funktionale Leistungsbeschreibung und folgend zu einem echten Pauschalpreisvertrag führen, während die erstellte Ausführungsplanung die Vergabe aufgrund einer konstruktiven Leistungsbeschreibung für einen Einheitspreisvertrag oder einen unechten Pauschalpreisvertrag ermöglicht³⁰.

3.1.6

Eine weitere Möglichkeit auf Zeitdruck zur baubegleitenden Planung zu reagieren³¹, ist im Wege der Vertragsgestaltung weitere Planungsschritte dem AN zu übertragen. Die für diese Übernahme von Planungsaufgaben an den dann als **Totalunternehmer**³² auftretenden AN zusätzlich zu zahlenden Kosten werden weitgehend „Sowieso“-Kosten³³ sein. Dabei ist zu betonen, dass mit der Unternehmereinsatzform des Totalunternehmers eine sinnvolle Zusammenfassung von Planungs- und Ausführungsverantwortung erfolgt³⁴, während eine Projektorganisation, welche eine seitens des AG zu liefernde „baubegleitende“ Planung vorsieht, wohl als dysfunktional zu bezeichnen ist.

²⁸ Egal, ob diese Leitungsorganisation nun eine „interne“ ist, oder eine „externe“ durch eine (verstärkte) ÖBA.

²⁹ VVgl Pkt 4.2.4.2. der ÖNORM B 2110.

³⁰ Vgl zum Verhältnis des Planungsfortschritts zur Vertragsart Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 153 und Eschenbruch/Leicht in Kuffer/Wirth, Handbuch des Fachanwalts Bau- und Architektenrecht, 874.⁵

³¹ Insbesondere wenn eine personelle Verstärkung des eigenen Planungs- und Leitungsteams auf Seiten des AG nicht im nötigen Ausmaß möglich ist.

³² Zur Definition des „Totalunternehmers“ vgl Eschenbruch/Leicht in Kuffer/Wirth, Handbuch des Fachanwalts Bau- und Architektenrecht,⁵ 876 oder Oberndorfer/Haring, Organisation und Kostencontrolling von Bauprojekten², 49.

³³ Damit sind natürlich nicht die speziell im Schadenersatzrecht als spezieller Terminus bezeichneten Sowieso-Kosten gemeint, sondern lediglich das Phänomen, dass auch die Verstärkung des Leitungsteams des AG bzw intensivierte Leistung des Planers für „baubegleitende“ Planung nicht ohne Kosten erfolgt.

³⁴ Der Vollständigkeit halber kann auf die Variante hingewiesen werden, den GU-Vertrag zu einem GMP-Vertrag auszubauen.

Gebot: Du sollst Zeit und Kosten in die Planung investieren und die vertraglichen und organisatorischen Folgerungen aus einer zum Zeitpunkt der Ausschreibung unfertigen Planung ziehen.

3.2 Bestbieter-Vergaben

3.2.1

Ein interessantes Phänomen ist, dass private AG, welche nicht den Schranken des Vergaberechts³⁵ unterliegen, zögerlich sind³⁶, ihre weite Gestaltungsfreiheit bei der Auftragsvergabe in die sinnvolle Anwendung von „Bestbieterkriterien“ bei Ausschreibungen umzusetzen.

Umgekehrt ist bei öffentlichen Auftraggebern zu konstatieren, dass oft *abstrakte* Bestbieter-Kriterien³⁷ herangezogen werden, die keine Relevanz für das *konkrete* Bauvorprojekt haben³⁸.

3.2.2

Sowohl für den öffentlichen AG, der gezwungen ist, Bestbieter-Kriterien anzuwenden, wie für den privaten AG, der dabei flexibler³⁹ ist, macht es Sinn, auf das *Projekt bezogene* Bestbieterkriterien anzuwenden. Eine Bestbieter-Vergabe, die von privaten AG ohne die Schranken des BVergG durchgeführt werden kann, ermöglicht zB die regelmäßig geforderte **frühzeitige Einbeziehung des Know-**

³⁵ Vgl § 91 BVergG 2018.

³⁶ Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, dass eine Verlängerung der Gewährleistungsfrist für Abdichtungsleistungen auf fünf Jahre der Höhepunkt einer „Bestbieter-Vergabe“ sei.

³⁷ ZB Anzahl der Lehrlinge oder der über 50-jährigen Arbeitnehmer usw; vgl § 20 Abs 6 BVergG und den Bestbieterkriterien-Katalog (Stand 2017) des Österreichischen Gemeindebundes. Die dadurch allgemein geförderten sozialpolitischen Ziele nutzen freilich dem konkreten AG mit dem konkreten Bauprojekt wenig, führen aber natürlich durch Reduktion der Gewichtigkeit des Zuschlagskriteriums „Preis“ zu einer Verteuerung des Projektes.

³⁸ Vgl allgemein zur sinnvollen Auswahl von Kriterien Kropik, Ist der Bestbieter immer der Beste und eine faire Vergabe fair?, ZVB 2018/91 und Leitfaden der TU Graz zur Vergabe von Beratungs- & Planungsleistungen (Stand: Juni 2018).

³⁹ Der private AG muss ja nicht die oft bei öffentlichen AG zu bemerkenden Bedenken haben, bei falsch gewählten Bestbieter-Kriterien einem nicht gewünschten Bestbieter zuschlagen zu müssen

how der AN oder die Ausnutzung der individuellen Stärken und Leistungsfähigkeit des einzelnen Bieters. Gut gelungene Beispiele für konkrete Bestbieterkriterien für Vergaben „Örtliche Bauaufsicht“, „Begleitende Kontrolle“ und „Projektsteuerung“ sind dem Leitfaden der TU Graz zur Vergabe von Beratungs- & Planungsleistungen zu entnehmen⁴⁰.

Gebot: Du sollst konkrete Bestbieterkriterien anwenden.

3.3 Konsistente Vertragsgestaltung

3.3.1

Gerade öffentliche Auftraggeber versteigen sich dazu, Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB) beachtlichen Umfangs zu erstellen⁴¹. Unter dem Eindruck des zwischenzeitigen aufgelockerten⁴² **Grundsatzes der Normenbindung**⁴³ wurden regelmäßig die ÖN B2110/B2118 als Grundlage angeordnet. Diese generellen Werkvertrags-ÖNORMEN wurden dann durch *allgemeine* Auftragsbedingungen (des betroffenen AG) und durch *spezielle* Auftragsbedingungen (für das betreffende Bauprojekt) und *individuelle* Auftragsbedingungen (für das konkrete Gewerk) „abgeändert“ bzw. „ergänzt“⁴⁴.

3.3.2

Dabei haben der AG und dessen interne und externe juristische Berater ein breites Aufgabenfeld, diese AGB⁴⁵ zu **erstellen** und auf dem **aktuellen Stand der**

⁴⁰ Leitfaden der TU Graz zur Vergabe von Beratungs- & Planungsleistungen (Stand: Juni 2018).

⁴¹ Diese AGB müssen vom Bieter zufolge des Verhandlungsverbotes der „§112f BVergG ohne Verhandlungen akzeptiert werden, vgl Krejci, Baurecht, 217.

⁴² Oppel, Die ÖNORM B 2110 und das neue BVergG 2018 – „Normenbindung neu“, ZVB 2019/9, stellt zutreffend infrage, ob es überhaupt noch eine „Normenbindung“ gibt.

⁴³ § 110 Abs 2 BVergG 2018 im Vergleich zu § 99 Abs 2 BVergG 2006; vgl Oppel, Die ÖNORM B 2110 und das neue BVergG 2018 – „Normenbindung neu“, ZVB 2019/9.

⁴⁴ Krejci, Baurecht, 217 und 352 spricht zutr von „schwer durchschaubaren Subsidiaritätskaskaden“.

⁴⁵ Diese zahlreichen Bezeichnungen solcher Vertragswerke und Formblätter werden idF nur mehr als AGB bezeichnet.

Gesetze und Judikatur zu halten⁴⁶ und dann auch noch **aufgrund individueller Erfahrungen zu verbessern**⁴⁷. Dies alles erfolgt mit dem notwendigen Anspruch, **keine Unklarheiten oder Widersprüche** in diesen sich überlagernden Schichten von Vertragswerken zu schaffen.

3.2.3

Es steht zu bezweifeln, ob diese individuell mit viel Liebe zur Knebelung des Vertragspartners⁴⁸ erstellten AGB den in sie gesetzten Aufwand rechtfertigen⁴⁹: Erfahrungsgemäß verschwinden solche mit viel Aufwand erstellten und aktualisierten AGB auf der Baustelle in der Schublade und werden nicht angewendet. Firmenbauleiter und ÖBA bzw Mitarbeiter des AG sind regelmäßig für die Anwendung der ÖN B2110 ausgebildet und nicht in die konkreten AGB eingeschult. Aus dieser sprichwörtlichen „Schublade“ tauchen die AGB erst dann wieder auf, wenn es zum ersten Konfliktfall kommt und sie zur Argumentation des jeweiligen Standpunktes verwendet werden. In diesem Moment erfolgt regelmäßig das böse Erwachen mit der Erkenntnis, dass die AGB und ihre Einzelbestimmungen schlicht bei der bisherigen Vertragsabwicklung von beiden Parteien nicht gelebt wurden⁵⁰.

⁴⁶ Dem Autor ist der Fall eines (großen!) öffentlichen AG bekannt, der noch 2009 eine Ausschreibung mit AGB durchführte, die Abänderungen zur ÖNORM B 2110, Ausgabe 1995 (!) formulierten; vgl zum Verstoß gegen den Grundsatz der Normenbindung nach dem BVergG 2006 durch die Verwendung veralteter Werkvertrags-ÖNORMEN VKS Wien 14.1.2010, VKS-8100/09.

⁴⁷ Klar ist, dass die Individualisierung von ÖNORM B 2110/2118 in AGB vom AG natürlich nicht (objektiver) „Verbesserung“ eines Vertrages dient, sondern der Verbesserung der subjektiven Situation des AG durch Verschärfung der Vertragsbestimmungen zu Lasten des AN.

⁴⁸ Pioch in Markus/Kapellmann/Pioch, AGB-Handbuch Bauvertragsklauseln⁵, 3f spricht in diesem Zusammenhang von einem „Marktversagen eines nicht mehr funktionierenden Konditionenwettbewerbes“, sodass (nur mehr) das AGB-Recht für den Erhalt der vertraglichen Wafengleichheit Sorge.

⁴⁹ Schon 2014 forderte Schneider eine „gründliche Entschlackung“ der bei öffentlichen AG in Verwendung stehenden Vertragstexte; vgl Schneider, Brauchen wir ein neues oder ein besseres Vertrags- und Vergabemodell für Infrastrukturprojekte?, bau aktuell 2014, 62.

⁵⁰ Als Beispiel sei hier der Musterfall genannt, dass ein vertragliches Schriftlichkeitsgebot nicht gelebt und damit stillschweigend abbedungen wird; vgl OGH RS0014378.

3.2.4

Kommt ein solcher Streit sodann zu Gericht, verstärkt sich dieser Befund weiter: Im Gerichtsverfahren liegen zur ÖNORM B 2110 bereits höchstgerichtliche Entscheidungen bzw Kommentare vor, welche eine ungefähre⁵¹ Prognose ermöglichen, wie die Gerichte eine bestimmte Regelung der ÖNORM B 2110 auslegen. Zudem kann bei Anwendbarkeit und Notwendigkeit der Auslegung der ÖNORM B2110 die Anrufbarkeit des OGH aufgrund einer Rechtsfrage erheblicher Bedeutung nach § 502 ZPO gut argumentiert werden⁵².

3.2.5

Ganz anders freilich die Lage bei der **Auslegung individueller AGB** durch die Gerichte: Da Auslegungshilfen durch höchstgerichtliche Judikatur oder Kommentare zu individuell formulierten Bestimmungen von AGB nicht zur Verfügung stehen, eröffnet sich dem engagierten Juristen das weite Spielfeld der Argumentation. Die Prognose, wie ein Gericht eine *individuell erstellte* Vertragsbestimmung auslegen wird, sinkt von „vorsichtig“ auf „unmöglich“. Zudem wird regelmäßig der Rechtsschutz beim Gericht zweiter Instanz enden⁵³, da die Auslegung von individuellen Vertragsbestimmungen regelmäßig keine über den Einzelfall hinausgehende Rechtsfrage⁵⁴ darstellt, die an den OGH herangetragen werden könnte.

3.2.6

Vorstehende Überlegungen gelten schon für perfekte AGB, ohne Unvollständigkeiten oder Unklarheiten oder Widersprüche. Da dieser hohe Anspruch aber durch individuell formulierte AGB vielfach nicht erreicht wird, eröffnen sich breite Möglichkeiten, in welcher Situation ein AG selbst über seine eigenen AGB „stolpern“ kann⁵⁵, da seine AGB Lücken oder Widersprüche oder Unschärfen enthalten.

⁵¹ Eine solche Prognose des zu erwartenden Prozessausganges erfolgt natürlich immer mit der gebotenen (und sprichwörtlichen) „advokatorischen Vorsicht“ (oder „Feigheit“).

⁵² OGH RS0121516.

⁵³ Oder aber praktisch in einem Vergleich aufgrund der (beiderseitigen) Unsicherheit.

⁵⁴ OGH RS0042776.

⁵⁵ Vgl auch § 914 ABGB für die Auslegung zu Lasten des Formulierers von Vertragsbestimmungen.

Exemplarisch sei hier zitiert **OGH 30.01.1997, 8 Ob 2350/96 p:**

„[...]Zutreffend ist auch, dass sich der Umfang dieses Vertragswerks daraus ergibt, dass den Bauverträgen spezielle Vertragsbedingungen zugrunde gelegt wurden, die sich aus den Vergaberichtlinien für Förderungsmittel ergeben. [...]

Es kann nicht Aufgabe des Obersten Gerichtshofes sein, ein derart unklares und widersprüchliches Vertragswerk auszulegen.

Es ist nicht seine Sache, die Sorglosigkeit von in derartigen Angelegenheiten versierten Vertragsparteien in eigener Sache zu sanieren.

Es wäre vielmehr Aufgabe der am Abschluss derartiger Bauverträge Interessierten, ein einheitliches Vertragswerk zu erstellen. [...]“

3.2.7

Ein weiterer Aspekt, welcher die intensive Verwendung von individuellen AGB nur begrenzt sinnvoll erscheinen lässt, ist **§ 864a iVm § 879 Abs 3 ABGB**. AGB haben den einzigen Zweck, die eigene Rechtsposition des Verwenders zu *verbessern*. Niemand verwendet AGB, um durch deren Einbeziehung seine eigene Rechtsstellung zu *verschlechtern*. Diese *Verbesserung* der rechtlichen Situation des AG⁵⁶ kann nur durch Verschiebung zusätzlicher nebenvertraglicher Pflichten⁵⁷ oder Risiken zum AN erfolgen⁵⁸, da die beiderseitige Hauptpflicht ja in Werkerstellung und Werklohnzahlung besteht. Nun ist gerade das (Nicht-)Vorliegen von *konkreter Sittenwidrigkeit* iSd § 879 Abs 3 ABGB eine in einem Prozess schwer zu prognostizierende⁵⁹ Frage: Die Sittenwidrigkeit einer Vertragsklausel

⁵⁶ Dieser erstellt ja regelmäßig die AGB; Krejci, Baurecht, 181 spricht von „tadelswerter“ Missachtung der Richtigkeitsgewähr des dispositiven Rechts.

⁵⁷ Zusätzlicher Prüf- oder Warnpflichten, Pflichten zur Herstellung von nicht oder nicht genau genannten Bauleistungen usw.

⁵⁸ Für eine Vielzahl von AGB-Klauseln samt deren Bewertung siehe Markus/Kapellmann/Pioch, AGB - Handbuch Bauvertragsklauseln⁵.

⁵⁹ Die Geltungskontrolle nach § 864a ABGB erfolgt abstrakt „am Papier“ der AGB.

ergibt sich ja oft *nicht abstrakt*, sondern durch Bezug auf eine *konkrete Situation*⁶⁰. Diese Unsicherheit erschwert damit im Prozess die Prognose der Entscheidung des Gerichtes und schafft Unsicherheit bis zur rechtskräftigen Entscheidung.

Als Ergebnis ist daher festzuhalten, dass die extensive Verwendung von individuell erstellten AGB unter Berücksichtigung der für ihre Erstellung und Wartung notwendigen internen/externen Kosten und der dadurch verursachten Unsicherheit oft in keinem begründbaren Kosten-Nutzen-Verhältnis steht.

Gebot: Du sollst die bekannte ÖNORM B 2110/B 2118 heranziehen und nur in einzelnen wichtigen⁶¹ Punkten abändern.

3.4 Streben nach dem perfekten Vertrag

3.4.1

Die zentrale Aufgabe des Bauvertragsmanagement ist es, Verträge zu erarbeiten, welche die **zentralen vertraglichen Aspekte regeln**. Die Vertragsgestaltung soll zu einer **möglichst vollständigen Erfassung der wechselseitigen Rechte und Pflichten** führen⁶². Das **Ziel des „vollständigen Vertrages“** kann gleichwohl nie umfassend erreicht werden.

Dabei geht es nicht um den resignierenden Verzicht auf den Versuch des Ausschaltens von menschlichen Fehlern, sondern um die (Fehl-)Vorstellung, durch noch genauere Arbeit, noch bessere Vorbereitung, noch bessere Formulierung durch noch mehr und noch bessere Juristen, doch am Ende einen vollständigen

⁶⁰ Während ein und dieselbe Vertragsklausel in anderen Fällen unproblematisch vom Standpunkt der Sittenwidrigkeit sein kann, kann das Beharren auf der Anwendung einer bestimmten Klausel in einer bestimmten Situation sittenwidrig sein; vgl zB OGH RS0016724; RS0016587, RS0016740

⁶¹ Ein solcher Abänderungsfall ist die Haftungsbegrenzung nach Pkt 12.3 der ÖN B 2110, die in Bezug auf den „Mangelschaden“ keine belastbare sachliche Begründung hat, da hier kein (schon gar kein unerträgliches) Ungleichgewicht der gesetzlichen Normallage erkennbar ist, das durch die B 2110 abgeändert werden müsste.

⁶² Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 67.

und perfekten Vertrag zu schaffen⁶³.

3.4.2

Das einen „vollständigen Vertrag“ verhindernde Faktum eines nicht auf einen bestimmten Zeitpunkt festgeschriebenen Vertrages, sondern eines oft auf mehrere Jahre in die Zukunft gerichteten Vertrages ist die **Unmöglichkeit, jede denkbare zukünftige Entwicklung präzise vorausszusehen** und präzise regeln zu können. Da eben eine exakte Vorhersage der Zukunft unmöglich ist, ist eben auch eine exakte Regelung der Zukunft unmöglich⁶⁴.

Nur unterstrichen werden kann die zutreffend scharfe Kritik von *Eschenbruch*⁶⁵:

„Wer behauptet, er konzipiere wasserdichte Bauverträge, entpuppt sich als Scharlatan. Es gibt weder die 100 %ig fehlerfreie Planung für ein größeres Bauprojekt, noch eine zu 100 %ig anwendungsgeeignete Bauvertragsgestaltung.“

Die aus der Unsicherheit der möglichen zukünftigen Entwicklung geborene (Schein-)Lösung, zu der regelmäßig Zuflucht gesucht wird, möglichst viele Varianten zu regeln, ist nicht gangbar. Sie schafft in Wahrheit mehr Unsicherheit. Es gilt der Grundsatz **„Wer alles regeln will, regelt letztlich nichts“**. Mit zunehmender Regelungsintensität eines Rechtsverhältnisses wachsen wiederum Problembereiche aus terminologischen Abgrenzungsnotwendigkeiten, Kosten und Zeit für die Vertragserstellung und Komplexitätsrisiken bei den Verhandlungen.⁶⁶ Zu detaillierte Verträge untergraben von vorn herein auch ein durch Verträge prinzipiell aufbaubares Vertrauensverhältnis⁶⁷.

⁶³ Dieses Ziel – perfekte juristische Arbeit – soll sicherlich angestrebt und so weit wie wirtschaftlich vertretbar erreicht werden.

⁶⁴ Vgl. Kapellmann, *Juristisches Projektmanagement* 2, 19f; Kerschner, *Handbuch Vertragsgestaltung*, 27, spricht vom „Prognoseproblem“.

⁶⁵ Eschenbruch, *Bauvertragsmanagement*, 68, FN 24.

⁶⁶ Vgl. Kapellmann, *Juristisches Projektmanagement* 2, 20; Kerschner, *Handbuch Vertragsgestaltung*, 24.

⁶⁷ Eschenbruch, *Bauvertragsmanagement*, 68.

3.4.3

Eschenbruch lehrt daher zutreffend **vom projektspezifisch zu bestimmen** „**optimal unvollständigen Vertrag**“. Besser als der von vornherein zum Scheitern verurteilte Versuch, die spätere Projektentwicklung in allen ihren denkbaren Varianten und Untervarianten von vornherein beschreiben zu wollen, ist es, Bauverträge unter Zuhilfenahme von Standardbedingungen und Vertragsanlagen so auszugestalten, dass die **voraussichtlich wichtigsten Problempunkte** der Projektentwicklung einer tragfähigen vertragsrechtlichen Lösung zugeführt werden⁶⁸.

Es gilt eine sogenannte relationale Vertragstechnik anzuwenden, die **prozessorientierte Änderungsmechanismen** berücksichtigt und **bewusst offene Vertragsregelungen** enthält, die eine Anpassung des Vertrages an neue Anforderungen ermöglichen.

Instrumente der relationalen Vertragstechnik bzw Vertragsgestaltung sind beispielsweise⁶⁹:

- Formulierung der **Vertragsziele** als Auslegungshilfe
- Vorsorge für eine **vertragliche Kultur der Lückenfüllung**
- Verpflichtung der Vertragsbeteiligten auf die **kooperative Zusammenarbeit**
- Außergerichtliche **Konfliktschlichtungssysteme**
- Gelebtes **Vertragscontrolling**

Systematisch wichtig ist es dabei, Risikoszenarien in folgender Dreiteilung im Vertrag zu behandeln⁷⁰:

- Abläufe für **bestimmt auftretende Szenarien**, wie etwa Behinderungen oder Leistungsänderungen
- Abläufe für bekannte Risiken, **die vielleicht auftreten werden**
- Abläufe für die Bewältigung **unbekannter Risiken**

⁶⁸ Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 69.

⁶⁹ Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 70.

⁷⁰ Kapellmann, Juristisches Projektmanagement², 22.

3.4.4

Das unmöglich erreichbare Streben, alles in einem Vertrag perfekt zu regeln, zeugt auch von **nicht vorhandener Prioritätensetzung**: Es ist denkmöglich, dass *alle* (zukünftigen) Probleme eines Vertrages bzw der zukünftigen Vertragsabwicklung *gleich wichtig* sind. Es gibt eben bei der Abwicklung von Bauverträgen *wichtigere* und *wenig wichtigere Probleme*. Diese banale Erkenntnis bringt ein Gespräch mit dem jeweiligen Geschäftsführer, welche Probleme dieser als *wichtig* und welche als *weniger/nicht wichtig* empfindet. Ungeachtet dessen sind Juristen geneigt⁷¹, nur keine Regelungslücke zuzulassen, da diese ein „Kunstfehler“ sein könnte.

Sinnvoller statt *alles zu regeln und alles in der gleichen Regelungsdichte zu regeln*, ist hingegen die bewusste Entscheidung, **wichtige Punkte intensiv** zu regeln, **weniger wichtige Punkte eben weniger intensiv** zu regeln und **nicht wichtige Punkte eben nicht zu regeln**.

Gebot: Du sollst nicht alles regeln, sondern Regelungen für Entwicklungen haben und Du sollst Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden.

3.5 Faire Verträge

3.5.1

Verträge sind ein wesentliches von der Rechtsordnung bereitgestelltes juristisches Steuerungsinstrument für Projektprozesse. Die **Verbindlichkeit der Verträge** eröffnet die Möglichkeit, Ansprüche mit Hilfe des staatlichen Gewaltmonopols – über Gerichte – durchzusetzen. Neben den durch die Möglichkeit der **zwangsweisen Durchsetzung durch ein Gerichtsverfahren** für verbindlich angeordneten Verträgen gibt es weitere wichtige Steuerungsmechanismen, deren Vorhandensein oder Fehlen ebenso wie vertragliche Klarstellungen die Abwicklung eines Bauprojektes positiv oder negativ beeinflussen. Dies sind auf beiden Seiten **Kompetenz, Vertrauen, finanzielle Anreize oder organisatorische Vorkehrungen**⁷².

⁷¹ Wohl aus haftungsmäßigen oder psychologischen Gründen.

⁷² Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 72

Die scheinbare Geringwertigkeit der soeben aufgezählten Faktoren gegenüber der scheinbar klaren vertraglichen Regelung täuscht⁷³: Gerade AG nutzen die ihnen im Stadium der Ausschreibung und Vergabe zukommende Macht dazu, diese zur einseitigen und unfairen Vertragsgestaltung auszunutzen⁷⁴. Zu fragen ist, ob „Vertragsgerechtigkeit“ ein Postulat naiver Sozialromantik ist⁷⁵ oder Ergebnis einer nüchternen Kalkulation⁷⁶:

Bsp: Der AG, der aufgrund eines Bodengutachtens ein mögliches Bodenrisiko erkennt, kann darauf reagieren, dass er im Vertragsentwurf dem Bieter das Bodenrisiko überwälzt und hofft, dass diese Klausel nach § 879 ABGB hält. Tritt das befürchtete Risiko ein⁷⁷, wird der AN bestrebt sein, die billigst mögliche technische Lösung zu finden. Macht es in dieser Situation vor Vertragsschluss nicht mehr Sinn, gemeinsam das erkannte Risiko näher aufzuklären und gemeinsam eine technisch-wirtschaftliche Lösung zu finden?

3.5.2

Eine Vertragsklausel hat nur dann Relevanz, wenn der Gegner sie entweder *freiwillig erfüllt*⁷⁸ oder die Wirksamkeit und Geltung der Vertragsklausel gegenüber dem Gegner durch das dafür vorgesehene Verfahren – mangels anderweitiger Vereinbarung eben ein Verfahren vor den ordentlichen Gerichten – *zwangsweise durchgesetzt* werden kann⁷⁹.

⁷³ Vgl Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 73 und 239 zur (zeitlich schwankenden) „Wirkkraft der Verträge“.

⁷⁴ Zutr kritisch zu dieser Vorgangsweise von AG Müller/Stempkowski, Handbuch Claim-Management ², 7f.

⁷⁵ Krit zur Forderung nach „Vertragsgerechtigkeit“ in Deutschland Kerschner, Handbuch Vertragsgestaltung, 30, insb FN 39.

⁷⁶ Vgl Oberndorfer/Haring, Claim-Management ³, 12 und 25f.

⁷⁷ Der umgekehrte Fall sieht uU so aus: Der Bieter erkennt das Risiko und preist es in sein Angebot ein. Wenn das Risiko nicht eintritt, hat der AG durch einen höheren Preis diese „Versicherung“ gegen das Risiko bezahlt.

⁷⁸ Ein Hauptziel der Vertragsgestaltung ist die Konfliktvorsorge, vgl Kerschner Handbuch Vertragsgestaltung, 26.

⁷⁹ Die „Präventivwirkung“ der gerichtlichen Durchsetzbarkeit eingegangener Verträge; vgl Kerschner Handbuch Vertragsgestaltung, 26.

3.5.3

Objektiv faire und subjektiv als fair empfundene Klauseln werden vom Vertragspartner viel eher freiwillig erfüllt werden als **objektiv unfaire** Klauseln, welche zudem auch **subjektiv als unfair empfunden** werden.

Objektiv unfaire Klauseln, deren Durchsetzung beispielsweise an der Sittenwidrigkeitskontrolle des § 879 Abs 3 ZPO *scheitert*, haben keinen Nutzen, mit Ausnahme des „Drohpotentials“ in Verhandlungen. Umgekehrt bedeutet die Verwendung rechtswidriger Klauseln das Risiko der **Schadenersatzpflicht für den Verwender**⁸⁰.

Strittige Vertragsklauseln⁸¹, welche im Ergebnis erst nach langem Verfahren vor Gericht „halten“, haben dennoch nur begrenzt positive Wirkung, da die *lange Verfahrensdauer zur Durchsetzung* dieser Klauseln bzw die *bis zur rechtskräftigen letzten Instanz gegebene Unsicherheit*, ob nicht doch die Unwirksamkeit der Klauseln gegeben ist, deren Wert stark reduziert, das Verhalten beider Parteien zu beeinflussen.

Eschenbruch nennt zutreffend folgende Aspekte fairer und ausgewogener Verträge⁸²:

- Schlanke, faire, eindeutige und projektspezifische Vertragsregelungen (keine 100-seitigen GU-Verträge!).
- Verpflichtung der Vertragsparteien auf partnerschaftliches Verhalten und Integrität.
- Sachangemessene Risikoverteilung/Nutzung vorliegender Vertragsstandards.

⁸⁰ OGH RS0119840; Kerschner, Handbuch Vertragsgestaltung, 50;

⁸¹ Klauseln, die eben möglicherweise sittenwidrig sind, welche Beurteilung aber erst durch ein Gerichtsverfahren nach rechtskräftiger Entscheidung feststeht.

⁸² Siehe Eschenbruch, Vertragsmanagement, 74, Rz 162.

- Klare vertragliche Systementscheidungen (ohne spätere „Rückgängigmachung“ der funktionalen Leistungsbeschreibung durch nachträglich zu konkretisierende Bemusterungsanforderungen ö.A.).
- Kein Ausschluss gesetzlicher Rechte der Auftragnehmer, speziell bei Änderungsachverhalten.
- Ersatz einseitiger Interessenoptimierung durch Prozessbeschreibungen, zB in Bezug auf Erarbeitung von Bemusterungslisten, Planläufe und Planprüfungen, Detailterminplanungsanforderungen (betreffend Planung, Vergaben, Ausführung, Vorbereitung der Abnahme/Entscheidungsminplanung).
- Auskömmliche, aber nicht überzogene Sicherheiten.
- Angemessener Abbau von Sicherheiten während der Ausführungszeit.
- Sachangemessene Gewährleistungsfristen zur Vermeidung der Verteuerung zB von Leistungen aus dem Bereich TA.
- Keine überlangen Zahlungsfristen.
- Ausführliche Regelungen zum Controlling.
- Projektspezifische Vereinbarungen zur projektinternen Streitschlichtung.

Gebot: Du sollst faire Verträge abschließen.

3.6 Sinnvolle projektbezogene Terminplanung

3.6.1

Eines der wesentlichen Projektziele ist die Einhaltung der geplanten **Projektzeit**. Der Begriff „Bauzeit“ bzw „Bauzeitplan“ ist hier regelmäßig zu eng gefasst. Jedes Bauprojekt beginnt lange vor dem Spatenstich mit der Projektidee, Planungen, Erreichung öffentlich rechtlicher Bewilligungen und endet (hoffentlich zeitnah) mit

der mangelfreien Übergabe des Gebäudes an den Nutzer⁸³ oder eben im Problemfall mit der Verbesserung von Mängeln.

3.6.2

Die Terminplanung eines Bauprojektes hat das strukturelle Problem, dass *Erfahrungen aus der Vergangenheit in die Zukunft übertragen* werden müssen. Je komplexer die zu erbringenden Bauleistungen sind, je schwieriger ist es, *konkrete Festlegungen in der Zukunft zu setzen*. Dies ist freilich notwendig, da *ungefähre Festlegungen, welche in einer bestimmten Bandbreite sicherlich möglich sind, eben als Steuerungsmittel untauglich sind*⁸⁴.

Weiterer struktureller Nachteil auftraggeberseitig vorgegebener Bauzeitpläne ist, dass der Berater (Planer, Projektsteuerer) des AG aufgrund seiner Erfahrungen der Vergangenheit Termine vorgibt, ohne die konkrete *Leistungsfähigkeit des AN* zu kennen⁸⁵.

3.6.3

Klar ist, dass die Treffsicherheit von Bauzeitplänen abnimmt, *je weiter diese in die Zukunft reichen*. Hauptursache, dass einmal erstellte Bauzeitpläne mit den tatsächlich eingehaltenen Terminen nicht übereinstimmen, ist freilich weniger, dass *ex ante* notwendige Zeiten und Abläufe *falsch* beurteilt werden. Wichtiger sind regelmäßig Fälle, **dass nachträglich Entwicklungen** eintreten, die nicht oder in anderem Umfang vorhergesehen wurden⁸⁶. Dabei sollte man bedenken, dass ein paar unerwartete Schlechtwettertage viel geringeren negativen Einfluss auf die Einhaltung von Terminen haben, als (uU schlecht vorbereitete⁸⁷) Leistungsänderungen durch den AG.

⁸³ Käufer, Mieter oder sonstiger Nutzer.

⁸⁴ Ein Zeitplan mit einer 15% igen Schwankungsbreite für Termine ist untauglich; benötigter Beton kann eben nicht „zwischen Dienstag und Donnerstag“ bestellt und angeliefert werden.

⁸⁵ Wenn freilich umgekehrt vertraglich vereinbart wird, dass der AN nach Vertragsschluss einen Detailterminplan zu erstellen hat, geht diese Nebenleistungspflicht oft unter. Vor solchen Vertragsklauseln ist klar abzurufen!

⁸⁶ Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 240.

⁸⁷ verzögerte Planlieferung, bloß vorläufige Pläne, unvollständige Pläne etc

3.6.4

Die Bedeutung der Bauzeit darf nicht unterschätzt werden. Diese ist nicht nur relevant für das Projektziel des AG – Übergabe des Gebäudes an den Nutzer – sondern auch für die Herstellungskosten. Dabei wirkt sich sowohl eine zu kurze, wie auch eine zu lange Bauzeit negativ auf die optimalen Herstellungskosten aus⁸⁸. Oft setzen AG freilich *überoptimistische* Bauzeitziele in den von ihnen vorgegebenen Bauzeitplänen. Man möchte fast den Eindruck gewinnen, dass damit in dieser Projektphase versucht wird, verlorene Zeit aus der Vorbereitungs-/Planungsphase wiederaufzuholen. Gerade diese Vorgangsweise führt aber sofort zu Gegenstrategien des AN:

AN preisen Projektrisiken aufgrund überoptimistischer Terminanforderungen von vornherein ein, was durch die Einpreisung von Vertragsstrafen in das Angebot zu einer Verteuerung des Projekts⁸⁹ führt.

3.6.5

Auch andere **Gegenstrategien des AN für überoptimistische Bauzeitpläne** sind üblich: Schon vor dem Spartensticht hagelt es von Warnschreiben, um so bei späterer Geltendmachung von Verzugsfolgen und Vertragsstrafen die üblichen bauherrnseitigen Behinderungen des „Planlieferverzuges“ der „fehlenden Vorleistungen“ bzw. „verzögerten Bauherrenentscheidungen“ entgegenhalten zu können. Die Anordnung von Punkt 7.1 der ÖNORM B 2110, *dass bei Drohen oder Eintritt einer Störung der Leistungserbringung (zB Behinderung) jeder Vertragspartner alles Zumutbare aufzuwenden hat, um eine solche Störung zu vermeiden oder deren Folgen soweit als möglich abzuwehren*, kehrt sich genau ins Gegenteil: Aus der Erwartung, für eigene verspätete Leistungserbringung in Anspruch genommen zu werden, hat der AN nicht mehr das Ziel, Folgen von Behinderungen aus der Sphäre des AG zu vermeiden oder gering zu halten, sondern *im Gegenteil diese noch möglichst aufzubauschen*⁹⁰.

⁸⁸ Vgl. Hofstadler, Produktivität im Baubetrieb, 38ff.

⁸⁹ „Doppelt“ negativ ist eine solche Entwicklung, wenn dann Vertragsstrafen nicht durchgesetzt werden können, da die Ursachen für Verzögerungen so umfanglich in der AG-Sphäre liegen.

3.6.6

Klar muss auch sein, dass die schwierige Aufgabe der **Festlegung, Koordinierung und Nachverfolgung von Terminen** über den Bauablauf weit mehr erfordert, als die einmalige Festlegung eines Bauzeitplans, der zum Zeitpunkt von dessen Anordnung oder Vereinbarung uU schon veraltet ist: Die oft gesehene Vorgangsweise, *alle* Termine eines Bauzeitplanes zu pönalisieren, ist seitens des AG überzogen und führt nur zu einer schwer zu überwindenden Abwehrhaltung des AN von Baubeginn an. Mit der Vorgabe *zu vieler bindender* Termine nimmt der AG dem AN dessen unternehmerische Freiheit, den Bauablauf zur Erreichung eines bestimmten Zieles in seiner unternehmerischen Verantwortung und gemäß seiner besonderen Fähigkeiten zu bestimmen. Es ist illusorisch zu glauben, dass der AG (seine Berater) quasi ein „Super-AN“ sein könne und *besser als der AN* den idealen Einsatz von dessen Produktionsmitteln vorweg festlegen könne.

3.6.7

Umgekehrt ist die bloße Festlegung eines pönalisierten Endtermines regelmäßig zu wenig. Ziel der Festlegung eines pönalisierten (End)Termines ist ja dessen *Einhaltung* und der **Verfall einer Vertragsstrafe ist ja nur eine nicht primär erstrebte Ausgleichsmaßnahme**⁹¹, wenn das Hauptziel „Termin Einhaltung“ nicht erreicht wurde. Zeigt sich freilich erst bei Näherkommen des pönalisierten Endtermines, dass es hier voraussichtlich zu Terminüberschreitungen kommen wird, liegen zeitliche Reaktionsmöglichkeiten (auch des AG) schon in der Vergangenheit.

3.6.8

Jegliche vertragliche Festlegung von Terminen/Fristen samt Vertragsstrafen setzt freilich ein entsprechendes **Termincontrolling** und eine entsprechende **Fortschreibung der Termine** voraus. Hier muss der AG – aus Eigeninteresse – die ihm **zur Verfügung stehenden Ressourcen** bzw den **von ihm gewünschten Ressourceneinsatz** beurteilen. Es ist wie oben dargestellt aufgrund der erwart-

⁹⁰ Ist der Bauzeitplan einmal „über den Haufen geworfen“, entfällt nach der Jud das OGH die Pönalisierung von Terminen; siehe OGH 23.2.1999, 1 Ob 58/98f; Oberndorfer, Wann ist ein Bauzeitplan „über den Haufen geworfen“? ZVB 2011/87.

⁹¹ Oft vernachlässigter Sinn einer Vertragsstrafe ist ja nicht deren „Verfall“, sondern der Erfüllungsdruck durch die bloße Drohung; vgl OGH RS0029839.

baren Reaktion des AN kontraproduktiv, alle denkbaren Termine flächendeckend mit Pönalen zu überziehen, deren Geltendmachung im besten Falle fraglich ist, *wenn der AG entweder nicht die Ressourcen hat oder nicht die Ressourcen einsetzen will*, um die zahlreichen Termine zu überwachen und ggf fortzuschreiben.

Die Auswahl, welche End- bzw Zwischentermine nun durch Pönalen für verbindlich erklärt werden sollen, ist daher eine wichtige Projektsteuerungsleistung des AG. Nur die wirklichen wichtigen Termine oder Fristen sollten als bindend und pönalisiert ausgestaltet werden⁹².

3.6.9

Der Vollständigkeit halber soll der maßvolle Einsatz von **Anreizsystemen** für die *Übererfüllung* von wichtigen Terminen genannt werden.

Gebot: Du sollst genau prüfen, welche Termine pönalisiert sein müssen.

3.7 „Vollständige Dokumentation des Bauablaufs“

3.7.1

Die Entscheidung eines jeden Gerichtsverfahrens beruht *einerseits* auf der Lösung der **Tatfrage** und *andererseits* daraus abgeleitet auf der Lösung der **Rechtsfrage**.⁹³ Bevor das Gericht⁹⁴ entscheiden kann, was nach Recht oder Vertrag *rechtlich* „gilt“, ist zu definieren, welcher Sachverhalt sich historisch ereignet hat. Ist einmal ein bestimmter Sachverhalt festgestellt, so ist die **Lösung der Rechtsfrage** – die rechtliche Beurteilung – vergleichsweise rasch und einfach⁹⁵. Gleiches gilt auch für die **Vorhersehbarkeit einer rechtlichen Beurteilung** des

⁹² Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 243

⁹³ Bzw der Rechtsanwalt zur Beurteilung der Chancen eines einzuleitenden oder laufenden Gerichtsverfahrens.

⁹⁴ Dabei macht es keinen Unterschied, ob es sich um ein staatliches Gericht oder ein Schiedsgericht handelt, da jedes Gericht Tat- und Rechtsfrage zu entscheiden hat

Gerichts: Gibt man einem Juristen einen *feststehenden* Sachverhalt zur rechtlichen Beurteilung vor, so ist das Ergebnis der Beurteilung recht⁹⁶ sicher.

Sowohl die große **Unsicherheit**, wie Bauprozesse ausgehen, als auch der große **Aufwand**⁹⁷ für die Führung von Bauprozessen, liegt kaum in der Lösung der Rechtsfrage⁹⁸, sondern in der Erarbeitung der Tatfrage. Gründe für diese Schwierigkeit sind einerseits die *notwendige Beziehung von Sachverständigen*, da das Allgemeinwissen bzw die Erfahrung des Richters zur Ermittlung des Sachverhaltes regelmäßig nicht ausreicht. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich dadurch, dass oft **jahrelang andauernde Bauarbeiten** zu beurteilen sind. Die wichtigste Schwierigkeit in der Ermittlung des historischen Sachverhaltes ergibt sich freilich daraus, dass er regelmäßig *völlig in der Vergangenheit* liegt. Sind die strittigen Punkte heute noch „angreifbar“ – gilt es also beispielsweise heute vorliegende und noch nicht behobene Mängel zu begutachten – so ist die Lösung der Tatfrage schon deutlich leichter.

Wäre also nicht der historische Sachverhalt strittig und daher mit hohem Aufwand vor Gericht festzustellen, so wären Bauprozesse deutlich **kürzer** und das Ergebnis wäre besser **vorhersehbar**. Diese bessere Vorhersehbarkeit des Prozessausganges würde selbst wieder viel zur *Prozessvermeidung beitragen*⁹⁹.

⁹⁵ Die Einfachheit der Lösung der Rechtsfrage (bei aller Strittigkeit von rechtlichen Argumenten) gilt im Verhältnis gesehen zum notwendigen Aufwand der „Lösung“ (=Ermittlung) der „Tatfrage“.

⁹⁶ Streitfragen und Unsicherheiten können sich wie in jeder Disziplin ergeben.

⁹⁷ Sowohl zeitlicher, als auch finanzieller, als auch „interner“ Aufwand für die Vorbereitung und Betreuung des Verfahrens.

⁹⁸ Das „Bauvertragsrecht“ ist „Werkvertragsrecht“ und damit einem Kernbereich des ABGB zugehörig, dessen Grundregeln schon im römischen Recht gleich waren wie heute.

⁹⁹ Zutr Müller/Sommerauer in Müller/Stempkowski, Handbuch Claim-Management², 322.

3.7.2

Die ÖNORM B 2110 ordnet an, dass beide Parteien an einer Dokumentation mitzuwirken haben¹⁰⁰. Diese Dokumentation kann entweder vom AG in Form eines Baubuches¹⁰¹ geführt werden, oder vom AN in Form von Bautagesberichten¹⁰². Entscheidende Einschränkung an dieser Regelung ist, dass einer der beiden Vertragspartner die Dokumentation „führt“ und der andere nur „mitwirkt“. Es gibt somit in Wahrheit **keine „gemeinsame“ Dokumentation**.

Tatsächlich kann man regelmäßig beobachten, dass der Vertragspartner, der die Dokumentation *führt*, versucht, diese zu seinem Vorteil zu „färben“. Dies erfolgt schon bei so banalen Inhalten, wie beispielsweise Protokollen über Baubesprechungen, Bauvertragsbesprechungen oder Partnerschaftssitzungen, in die einseitige oder lückenhafte Formulierungen aufgenommen werden. Die eine Seite protokolliert „einseitig“, welche Vorgangsweise die andere Seite zu sofortigem Einspruch gegen die Protokolle, Dokumentation usw zwingt. Ein häufiger Einspruch gegen Protokollinhalte entwertet aber die Protokollierung in ihrer *Gesamtheit*. Wurde ein Widerspruch erhoben, ist sodann aufwendig durch Einvernahme der Beteiligten und Würdigung deren Aussagen durch das Gericht festzustellen, ob nun die Protokollierung entgegen dem Einspruch richtig war, oder aber ob der Einspruch berechtigt war. Nachdem es naheliegend ist, dass die Beteiligten im Rahmen ihrer Einvernahme ihre erfolgte Protokollierung oder ihren erhobenen Widerspruch verteidigen werden, stellt sich das Risiko der schwierigen Vorhersehbarkeit der Beweiswürdigung des Gerichtes¹⁰³, was dieses zum Inhalt und Ablauf der Besprechung feststellen wird.

3.7.3

Eine wichtige Forderung an die beiden Vertragsparteien, aber vorwiegend an den die Organisation planenden und den Vertrag entwerfenden AG, ist daher die

¹⁰⁰ Pkt 6.2.7.1.

¹⁰¹ Pkt 6.2.7.2.1.

¹⁰² Pkt 6.2.7.2.2.

¹⁰³ Die „schwere Vorhersehbarkeit der richterlichen Beweiswürdigung“ erkennt der OGH zu 3.12.2002, 5 Ob 261/02x ausdrücklich an.

¹⁰⁴ Vgl Plettenbacher/Stopfer/Nowotny, Handbuch Anti-Claim-Management, 215.

vertragliche und organisatorische Regelung einer wirklich „gemeinsamen“ Dokumentation¹⁰⁴. Dabei ist es wichtig, sich immer vor Augen zu führen, dass gemeinsam festgestellte Tatsachen kein Anerkenntnis darstellen¹⁰⁵. Genauso wie in einem Gerichtsverfahren Parteien Tatsachen außer Streit stellen können und an diese unstrittigen Tatsachen lediglich divergente Rechtsfolgen knüpfen, gilt es eben auch bei der Dokumentation strikt zu unterscheiden zwischen nicht zu leugnenden *Tatsachen* und daraus abgeleiteten *Folgen*. Es ist eben vernünftiger an Ort und Stelle am konkreten Tag das Wetter gemeinsam festzuhalten und dann (nur, aber immerhin) über die Ableitungen aus dem Wetter zu streiten, als im Nachhinein durch Abfrage bei der ZAMG eine bestimmte Wetterlage rekonstruieren zu müssen.

3.7.4

Zu berücksichtigen ist auch, ob nicht mittelfristig eine *bewusste gemeinsame* Dokumentation den *insgesamten* Dokumentationsaufwand reduziert. Heute besteht ja schon bereits die Diskussion, ob eine vollständige und aussagekräftige Dokumentation überhaupt möglich bzw wirtschaftlich vertretbar ist¹⁰⁶. Ein Aspekt der empfundenen (über-)großen Dokumentationsintensität ist auch, dass im Streitfall die Dokumentation auch deswegen möglichst lückenlos sein muss, um vor Gericht den Richter¹⁰⁷ zu überzeugen¹⁰⁸. Sind sich die Parteien aber aufgrund gemeinsamer Dokumentation über die Fakten einig, so entfällt auch die Notwendigkeit, das Gericht von der Richtigkeit der „eigenen“ Dokumentation zu überzeugen.

Gebot: Du sollst gemeinsam dokumentieren.

¹⁰⁵ Pkt 6.2.7.1. der ÖNORM B 2110.

¹⁰⁶ Ausführlich Karasek, Die Dokumentation des Bauablaufs – Eine Antwort auf das Wehklagen der österreichischen Bauwirtschaft, bau aktuell 2019, 105.

¹⁰⁷ Bzw den vom Gericht bestellten Bausachverständigen.

¹⁰⁸ Zu den Anforderungen einer „gerichtsfesten“ Dokumentation vgl Kapellmann, Juristisches Projektmanagement², 487.

3.8 „Wahl der Unternehmereinsatzform und Vertragsform“

3.8.1

Wer behauptet, eine bestimmte Unternehmereinsatzform oder eine bestimmte Vertragsform sei für jedes Bauprojekt die beste, entlarvt sich selbst. Viele Ausschreibungen erwecken aber den Eindruck, dass sich der AG über die **Unternehmereinsatzform** und die **Vertragstypologie** keine ernsthafte Abwägung gemacht hat.

3.8.2

Die Vergabe an einen *Einzelunternehmer, Teil-GU, GU mit auftraggeberseitiger Planung, GU zur Erstellung der Ausführungsplanung und Totalunternehmer*¹⁰⁹ bringt je nach Auftraggeber und je nach Bauprojekt individuelle Vorteile und Nachteile¹¹⁰. Zudem gibt es noch spezielle Vertragstypen, wie *GMP-Verträge, Construction-Management, „wachsende GU-Verträge“, Alliance-Projekte* mit zahlreichen Gestaltungsmöglichkeiten¹¹¹.

Gleiches gilt zur **Vertragsform** mit *Einheitspreisvertrag, Detailpauschalvertrag, einfacher Globalpauschalvertrag und komplexer Pauschalvertrag* korrespondierend mit *konstruktiver Leistungsbeschreibung oder funktionaler Leistungsbeschreibung*¹¹². Zudem ist die **Vertragsgestaltung** zu prüfen, ob ein *Einheitsvertrag erstellt wird oder ein Hauptvertrag mit ergänzender Bauvertragsbedingungen*¹¹³.

¹⁰⁹ Die genannten Unternehmereinsatzformen sind nur als Beispiel der zahlreichen möglichen „Schattierungen“ der Vertragsgestaltung eines AG mit einem AN zu verstehen; Beispiele finden sich zB bei Eschenbruch/Leicht in Kuffer/Wirth, Handbuch des Fachanwalts für Bau- und Architektenrecht, 876 und bei Kapellmann, Juristisches Projektmanagement², 265f.

¹¹⁰ Vgl die Bewertungsmatrix und Präferenzübersicht bei Eschenbruch/Leicht in Kuffer/Wirth, Handbuch des Fachanwalts für Bau- und Architektenrecht, 880f bzw ausführlich Kapellmann, Juristisches Projektmanagement², 265f und Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 38f.

¹¹¹ Vgl Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 219f.

¹¹² Vgl die Vor- und Nachteile der Art der Leistungsbeschreibung bei Eschenbruch/Leicht in Kuffer/Wirth, Handbuch des Fachanwalts für Bau- und Architektenrecht, 874; Kapellmann, Juristisches Projektmanagement², 265f; Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 159f.

¹¹³ Vgl zu den Vor- und Nachteilen Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 171 und Kapellmann, Juristisches Projektmanagement², 360.

3.8.3

Auch die **Art der Vergabe** kann sinnvoll nicht immer nur in den „Regel-Vergabeverfahren“ bestehen; man denke etwa an den *wettbewerblichen Dialog* gem § 115 BVergG.¹¹⁴

3.8.4

Allein der Prozess der Beurteilung, welche Unternehmereinsatzformen, welche Vertragsformen, Leistungsbeschreibungen und welche Art von Vertragsgestaltung es gibt und welche Vor- und Nachteile diese haben, ist sinnvoll, selbst wenn am Ende dieses Beurteilungsprozesses doch wieder der altbewährte „Generalunternehmervertrag mit Pauschalpreis auf Basis Leistungsverzeichnis im offenen Verfahren“ zur Vergabe gelangt.

Gebot: Du sollst Unternehmereinsatzform, Vertragstyp und Art der Leistungsbeschreibung und Art der Vergabe redlich prüfen.

3.9 „Anti-Claim-Vertragsklauseln“

3.9.1

Oft versuchen Auftraggeber durch Vertragsklauseln das Entstehen von „Claims“ vertraglich dem Grunde als auch der Höhe nach vorweg zu verhindern. Solche Klauseln, die Vergütungen für *technisch notwendige*¹¹⁵ und auch *tatsächlich erbrachte* Leistungen, die auch nicht wieder *rückgängig* gemacht werden sollen und können, mit formalen Schranken¹¹⁶ beschränken sollen, sind kritisch zu sehen¹¹⁷.

¹¹⁴ Zutr Paar, Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich, bau aktuell 2019, 149.

¹¹⁵ Dies sagt natürlich nichts über die entscheidende Frage, aus welchem Grund (=aus wessen Sphäre) eine Maßnahme notwendig wurde.

¹¹⁶ Kurze Anmeldefristen für MKF, Einhaltung von Förmlichkeiten bei der Anmeldung, wie zB Verwendung bestimmter Formulare, Schriftformgebote bei der Beauftragung usw.

¹¹⁷ Vgl Krejci, Baurecht, 226.

Solche Formalklauseln werden vor Gericht oft als unwirksam¹¹⁸ oder sittenwidrig¹¹⁹ erkannt. Es erhöht sich damit für beide Teile die Unsicherheit, ob eine Klausel wirksam ist oder nicht, welche Frage erst durch einen langwierigen und unsicheren Gerichtsprozess geklärt werden kann.

3.9.2

Es macht nun auf Seiten des AG, der die Macht hat, Vertragsklauseln zu formulieren und bei Vertragsschluss durchzusetzen, mehr Sinn, statt unter Umständen vor Gericht nicht haltbare Vertragsklauseln zur Eindämmung von Nachträgen zu setzen¹²⁰, **Leistungsänderungen durch enge managementmäßige Begleitung zu managen**¹²¹.

- Sicherstellung einer leistungsfähigen Auftraggeber-Organisation für den zeitnahen und qualifizierten Umgang mit Änderungen
- Auftraggeberdisziplin mit dem Ziel der Begrenzung auftraggeberseitiger Änderungen
- Organisatorische Einbindung der Nutzer und Regelung der Kostenverantwortung für den Veranlasser von Änderungen
- Belastbare und faire Vertragsgestaltung mit passgenauen Vertragsregelungen für die Vergütungsanpassung

¹¹⁸ ZB weil im tatsächlichen Bauablauf durch regelmäßige Nichteinhaltung solcher Prozedere bei der Abwicklung berechtigter MKF stillschweigend von solchen Förmlichkeiten und Vertragsklauseln abgegangen wurde, vgl die stRsp OGH RS0014378.

¹¹⁹ Vgl für die deutsche Rechtslage Markus in Markus/Kapellmann/Pioch, AGB-Handbuch Bauvertragsklauseln ⁵, 208; für die österreichische Rechtslage vgl OGH 12.8.2004, Ob 144/04i für ein „Verbot von Nachforderungen“ zur Schlussrechnung; OGH 29.1.2001, 3 Ob 87/99m zum (gänzlichen) Werklohnverlust bei Terminüberschreitung, zur Genehmigung vollmachten Handelns durch Zuwendung des Vorteils vgl OGH 15.6.2016, 7 Ob 52/16x bzw allgemein RS0021973 und RS0014363, zur Anwendung des § 1152 ABGB bei gegenüber einem Pauschalpreis nachträglich vereinbarter Leistungsänderung vgl OGH 15.7.1997, 1 Ob 192/97k = RS0107868.

¹²⁰ Es verbleibt für solche Vertragsklauseln die Abschreckungswirkung, trotz drohender Unwirksamkeit den Vertragspartner (oder besser schon „Gegner“) aufgrund des Restrisikos der Gültigkeit solcher Klauseln bei der Stellung von MKF unsicher zu machen.

¹²¹ Siehe Eschenbruch, Bauvertragsmanagement, 312, Rz 103

- Controlling der Planungsergebnisse und Leistungsbeschreibungen; Abgleich mit vertraglichen Regelungen
- Festlegung standardisierter Prozesse für den Umgang mit Nachträgen
- Sicherstellung ausreichender Grundlagen für ein qualifiziertes Termincontrolling
- Projektinterne Eskalations- und Schlichtungsregeln

Gebot: Du sollst Leistungsänderungen und Mehrkostenforderungen gemeinsam managen.

3.10 „Übernahme“

3.10.1

Ein letzter Punkt, dem in der vorausschauenden Projektsteuerung bzw Vertragsgestaltung oft wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, ist die **Übernahme**. Man hat bei Studium von Verträgen manchmal den Eindruck, dass zum Zeitpunkt des Vertragsschlusses sich noch niemand mit dem zeitlich so weit entfernt und inhaltlich unsicheren Vorgang der Übernahme *im Detail* beschäftigen wollte. Dementsprechend finden sich oft bloße Floskeln wie „es wird eine förmliche Übergabe vereinbart“ bzw „sowie überhaupt alle Unterlagen zu übermitteln, welche die ordnungsgemäße Verwendung des Vertragsgegenstandes ab Übernahme durch den AG sicherstellen“¹²².

Gerade in der zweiten Klausel ist schon ein Widerspruch gelegen. Wenn man den angestrebten Idealfall hernimmt, dass der AG mit Unterstützung seines Planers ein *vollständiges und richtiges LV* erstellt hat, müsste auch schon im Zeitpunkt

¹²² Die zweite Formulierung ist einem Muster eines Standard-Formularenbuches wörtlich entnommen.

der Ausschreibung bzw Vergabe klar sein¹²³, welche *konkreten* Datenblätter, Betriebsanleitungen, Informationsblätter, Bescheinigungen etc der AN bei der Übernahme vorzulegen hat.

3.10.2

Konsequentes Übernahmemanagement beginnt also in der **Planung der Übergabe schon bei Vertragsschluss.**

Auch die dann *absehbare* Übernahme gegen Ende des Bauablaufes hin muss vorausschauend geplant werden: Zu diesem Thema gehört auch die vorausschauende (zeitliche und inhaltliche) Planung von **Zwischenabnahmen bzw Benutzung von Teilen vor der Übernahme**¹²⁴.

Gebot: Die Regelung und Planung der Übergabe beginnt mit dem Vertragsschluss.

¹²³ Klar ist, dass sich während des Bauablaufes Änderungen ergeben können, sodass andere oder zusätzliche Unterlagen, als ursprünglich geplant, zu übergeben sind. Diese Tatsache kann aber nicht dazu dienen, die ursprünglich erwartbaren Unterlagen nicht genau zu definieren, welche dann eben geändert/ergänzt werden müssen.

¹²⁴ Vgl Pkt 9 der ÖNORM B 2110.

Doha Metro Green Line - Deliver Amazing

A Vision becomes Reality

Dipl.-Ing. Hans Wenkenbach

PORR AG

1 GENERAL INFORMATION

As a part of the „Qatar National Vision 2030“, the government of Qatar formulated the objective of expanding their capital at Doha into a modern centre for economy and trade. A part of this vision is a comprehensive metro system. The Red Line South, Red Line North, Golden Line and the Green Line will be built in a first phase.

The joint venture of PORR Bau GmbH (as leader of the JV), Saudi Binladen and HBK Contracting got awarded with the 33.5 km underground track section of the Green Line, which runs between the station Trough in the west and the station Mushaireb in the eastern part of the city.

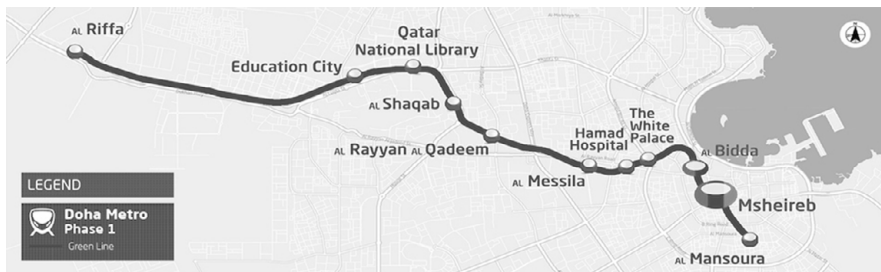


Fig. 1: Metro Greenline

The scope of the project includes the design and construction of the Green Line Underground Metro System, Civil, MEP and Architectural Works. The Greenline Underground includes beside 16.72 km of twin metro-tunnel 6 Underground stations, 1 Switchbox and 5 Evacuation Shaft.

2 GREEN LIGHT FOR A RACE IN TWO DIRECTIONS

The driving of the tunnel was carried out in three route segments, using six earth pressure balancing machines (EPB). Four of these started in a starting shaft in Al Messila. The other two tunnel boring machines started from Trough, from the

direction of Education City. Segment consists of pre-manufactured concrete segments, which are used to realise the single concrete and waterproof lining in the tunnel.

The tunnels are almost entirely located in limestone in various layers and degrees of weathering. Ground and rainwater have partially led to crevices and hollow spaces, which may form large caverns. The groundwater contains a very high portion of salt and sulphates, which means it is chemically very aggressive.

The tunnel sections were driven using earth pressure balancing machines (EPB). In this method, an active support pressure is created just behind the cutting wheel, by means of plastic earth slurry. It compensates for the impacting forces of the earth and the groundwater. The pressure is regulated by a screw conveyor, which removes the excavated material.

For the Doha Metro Greenline project 6 EPB-machines with a diameter of 7.1 m, approximate length of 120 m and a total weight of about 890 to/machine were running at the same time.



Fig. 2: EPB TBM



Fig. 3: TBM Head

Model of earth pressure balancing machine (Image: Herrenknecht AG)

The daily average driving distance achieved was around 18 m/day. The record of the maximum daily drive of a machine was close to 56 m. During a single month, all tunnel boring machines achieved a total progress of up to 3,520 m. This also includes ancillary items, such as the passage through the stations, plan-

ned downtimes, cutting wheel/tool replacement, extensions of the conveyor belts and drawbacks in logistics suppliers etc. Due to the extreme weather conditions in summer time a drop of productivity of 20 % was noted. During this period, work exclusively took place at night.

Also in terms of consumables the logistics was challenging at this size of project. A power supply of 18 MW was required solely for the six tunnel boring machines, while 5 MW was used by the conveyor belt facilities and 1 MW for cooling facilities. The total water requirement was 5,000 m³ for all six TBMs per day.

But the biggest logistical challenge was the transport of the excavation material. The conveyor belt system, with a total length of 75 km, transported approximately 1.28 million m³ of excavated material. The material was stored on a large interim waste tip and disposed of properly thereafter. 240 trucks per day were necessary to remove the material.



Fig. 4: Conveyor Belts

Due to professional planning and ongoing optimisation, all boring sections were completed one month ahead the schedule.



Fig. 5: TBM Breakthrough



Fig. 6: TBM Breakthrough 2

3 PROPRIETARY PRODUCTION PLANT FOR SEGMENT

For the segments a configuration of 5+1 with a thickness of 30 cm and a segment length of 1,6 m were designed. Concrete quality was a C50/60 with steel-fibre reinforcement. In total 21,150 rings were necessary.

For the segment production an own production facility was built for the project. Two production lines under 11,550 m² steel shed cover were established. Due to the extreme climatic conditions, it became necessary to cool the aggregates for the concrete production. This was the only possible way to produce concrete with required quality standard. Due to the aggressive groundwater conditions, an additional challenge for the concrete technology was to achieve the required sulphate-resistance.



Fig. 7: Segment Production Facility

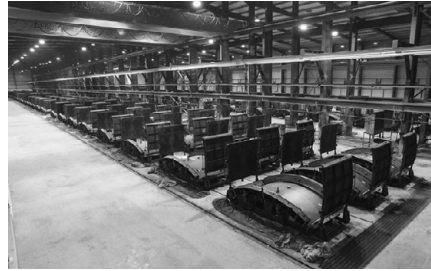


Fig. 8: Segment Production

A total of 24 full ring sets were deployed for the segment production to achieve a daily production progress of 288 segments in two shifts. Two of-premise warehouses with a storage capacity of 3,000 segments were necessary to ensure sufficient advance production. With the in-house production and logistic the JV did, it was possible to ensure the high standard and quality with minimum production-rejects.

72 trucks per day shifted the segments from the production facility to the 6 TBMs. The supply of material to the six machines was carried out via two initial shafts at Al Messila and the Trough. Several rotating tower cranes and a large number of mobile cranes were deployed for this. The delivery of the segments, as well as the operating material for the tunnel boring machines, as well as supplies for the cross passage construction sites, was carried out by 16 multi-service vehicles (MSVs).

4 CROSS PASSAGES, AS A HORIZONTAL CONNECTION BETWEEN THE TUNNELS

A special obstruction came from the parallel construction of the tunnel tubes and the 32 cross passages. They link the two main tunnel tubes at intervals of 250 m. The cross passages were built behind the tunnel boring machines in the completed segment of the tunnel.

Cross passages were made in conventional tunneling (New Austrian Tunneling Method NATM) using excavators and shotcrete as an initial solution, which is

used to establish an inner shell from locally poured concrete for the final structure. Each cross passage was subjected to an individual risk analysis, whereby additional safety measures were taken against groundwater leakage in the excavation diameter. Only then was it possible to open the segment in the cross passage section.

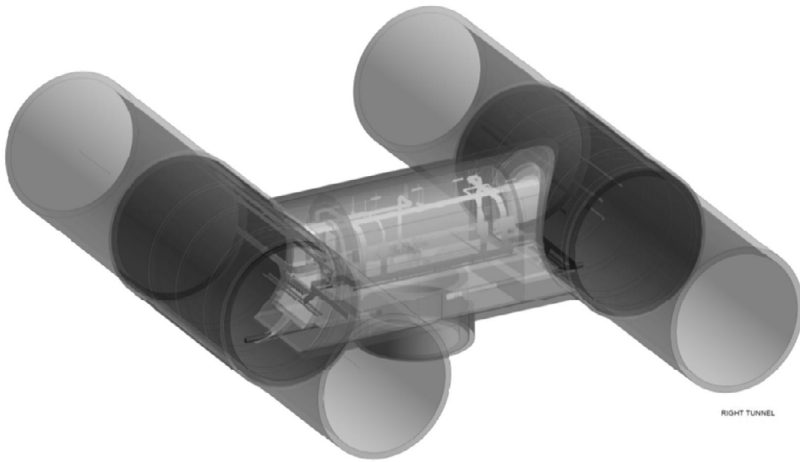


Fig. 9: Cross-passage



Fig. 10: Finished Metro Tunnel including Track

5 AFTER THE TUNNEL THE CHALLENGE IS STARTING AGAIN

After the successful drive of the six TBM the civil works for the station got full swing. Six underground stations brought the next logistical challenge. Five of the station were categorized as I-type stations where trains can drive through. One station was an X-type station where two lines are crossing each other. An additional underground platform-level is necessary in this stations.

In design of the stations, a great attention was given to generous space. The huge station-structures have a length of approximately 180 – 330 m, a widths of 20 – 30 m and a depth between 30 to 45 m. Besides the challenges of the dewatering and bulk excavation all concrete works were logistically challenging.

The main quantities of the projects can give an impression of the size: over 100,000 tons of reinforcement, over 2 million tons of sand and aggregates and around 250,000 tons of cement were used for the project. In total over 530,000 m³ of concrete were used in the Greenline project.



Fig. 11: Greenline Construction Pit Station



Fig. 12: Civil Works Al-Qadeem

Additional to the stations also operational facilities were included and necessary. In the stations of Al-Mesilla and Al-Qadeem additional switchboxes were located which nearly doubled the length of the entire station. Also the 5 evacuation shafts were sizable with their diameter of 15 – 30 m and a depth between 30 – 40 m. The connection to the neighboring GI-Elevated lot was an elongated trough-structure.

6 HIGH ATTENTION ON HEALTH AND SAFETY

In the summer, Qatar is subject to frequent climatic changes, including extreme air humidity, as well as hot and dry desert air. Sandstorms are an additional burden for both workers and machines. In this period no work at daytime is allowed and basically all works are in night shift.

The teams on site were characterised by its many different nationalities, and a wide variety of cultures and different ways of working. A high focus was given on occupational safety and safety standard on site. In average around 7,500 labour worked on the Greenline project where at a peak over 11,000 manpower were on various locations working. The Joint venture's HSSE training centre delivered 31,500 trainings and provided 62,000 safety inductions to staff and labours. 2018 the Greenline Underground got the RoSPA GOLD Award for Health and Safety Performance and the training centre has been awarded the HABC International Centre of Excellence Award and HIGHFIELD International Centre of Excellence Award. PSH JV achieved world class safety records with 0.018 AFR inception to date and 0.004 rolling AFR.

7 UNIQUE LOOK AND FEEL

Even in parallel while the civil works were still ongoing, the MEP and finishing works started. Also these works were significant considering the quantities the teams were facing: over 350,000 m² waterproofing, 3,800 tons of structural steel, over 1,700 km of cables, 84 km of fire fighting equipment pipes, 35,000 m² Terrazzo floor, 31,000 m² and nearly 120,000 liter of paint were used to achieve the outstanding and unique look of the Doha metro stations.



Fig. 13: Finishing Concourse Level



Fig. 14: Finishing Platform Level

8 SUMMARY: SUCCESSFUL COOPERATION OF AN INTERNATIONAL TEAM

After five very intensive years the project could be finished. After various trainings of the operator's staff and the successful QCDD inspection of the six stations and the seven tunnel sections, the project could be handed over to the operator for commercial operation.

The Greenline was the first full line in the Doha Metro scheme which was entirely finished and ready for operation.

A part of Qatar's Vision 2030 and an important part of the future infrastructure and transportation system of Doha became Reality. For everyone involved in this project it will certainly remain something special to be part of it.

Bauverträge neu denken

Umsetzung von Allianzverträgen im österreichischen Rechtssystem am Beispiel des Gemeinschaftskraftwerks Inn

RA Bmstr. Dipl.-Ing. Dr. Daniel Deutschmann

Heid und Partner

Rechtsanwälte GmbH

1 ALLGEMEINES

Mit dem partnerschaftlichen Vergabe- und Vertragsmodell des Allianzvertrags (auch „Alliance Contract“) werden international seit rund 20 Jahren überdurchschnittlich gute Projektergebnisse erzielt und die Zufriedenheit aller Projektbeteiligten ist äußerst hoch,¹ was ua daran liegen dürfte, dass bei diesem Modell durch die Gleichrichtung der Interessen aller Beteiligten eine „wahre“ Partnerschaft entsteht. Daher werden zB in Australien fast ein Drittel aller Infrastrukturprojekte in den Bereichen Wasserbau, Straße und Schiene – mit einem jährlichen Umsatz von insgesamt rund EUR 8 Mrd² – mit Allianzverträgen abgewickelt.³

Aufgrund des großen Potentials von Allianzverträgen ergibt sich auch für die österreichische Baubranche eine Alternative zu den klassischen Vergabe- und Vertragsmodellen, welche eine Verbesserung der angespannten Situation bei der Abwicklung großer Infrastrukturprojekte bewirken könnte.⁴ Der gegenständliche Beitrag zeigt durch aktuelle Praxisbeispiele auf, wie Allianzverträge im österreichischen Rechtssystem umgesetzt werden können. Die vertragsrechtliche Ausgestaltung wird anhand des ersten im deutschsprachigen Raum umgesetzten Allianzvertrages erörtert, welcher 2017 – unter Mitwirkung des Autors – im Projekt Gemeinschaftskraftwerk Inn, Baulos MSBC „*Triebwasserweg Maria Stein*“ (in der Folge „GKI“) abgeschlossen wurde. Weiters wird unter Heranziehung der aktuellen Erkenntnisse aus dem laufenden Projekt „*Speicherkraftwerk Kühtai – Baumeisterarbeiten Hauptbaulos*“ (in der Folge „Kühtai 2“) der TIWAG- Tiroler

¹ Vgl VDTF, In Pursuit of Additional Value-A benchmarking study into alliancing in the Australian Public Sector – Appendix A (2009) 7 f.

² Vgl VDTF, Additional Value 5; Schlabach, Das Prozessmodell für die Auswahl der Projektpartner bei der Bauabwicklungsmethode Projekt Alliancing, in Racky (Hrsg), Forum Baubetrieb 2009 – Kooperationsorientierte Projektabwicklung im Hochbau (2009) 145 (150 f).

³ Vgl VDTF, Additional Value 7 ff.

⁴ Mehr hierzu siehe Deutschmann, Ein Allianzvertrag für österreichische Bauprojekte – Vergaberechtliche Umsetzbarkeit des australischen Alliance Contracts im österreichischen Rechtssystem (2017) 1 ff; Burtscher/Deutschmann/Hagen, Der Alliance Contract – Bauen ohne Rechtsstreit?, bau aktuell 2011, 146 „überhöhte Preise“ und „Mehrkostenforderungen“.

Wasserkraft AG (in der Folge „TIWAG“) aufgezeigt, wie das Vergabeverfahren für Allianzverträge ausgestaltet werden kann.

2 VERTRAGSRECHTLICHE UMSETZUNG VON ALLIANZVERTRÄGEN IM ÖSTERREICHISCHEN RECHT AM PROJEKTBEISPIEL GKI

Die vertragsrechtliche Ausgestaltung der – insbesondere in Australien und Neuseeland bisher umgesetzten – Allianzverträge variiert von Projekt zu Projekt, es können aber doch einige typische Charakteristika herausgearbeitet werden, welche auch beim Allianzvertrag GKI umgesetzt wurden. Die Unterschiede zu den „klassischen“ Bauverträgen liegen dabei im Wesentlichen in folgenden Punkten:⁵

- Vergütungsmodell
- *Risk sharing*-Ansatz
- Organisationsstruktur
- Konfliktbehandlung

2.1 Vergütungsmodell

Der Grundgedanke von Allianzverträgen ist die Ausrichtung der Interessen aller Projektbeteiligten auf gemeinsame Projektziele.⁶ Um dies zu erreichen, wird ein entsprechend ausgestaltetes Vergütungsmodell vereinbart, welches eine vom Erreichungsgrad der Projektziele abhängige Bonus-Malus-Regelung und eine weit-

⁵ Vgl. Keiser, *Why the Alliance Method of Contracting Increases Value on High Risk Construction Projects*, in Burtscher (Hrsg.), *Tagungsband ICC-Seminar 2007, Value engineering, partnering, PPP – neuer Wein in alten Schläuchen?* (2007) 169 (170); Schlabach, *Prozessmodell* 152; Weinberger, *Alliancing Contracts im deutschen Rechtssystem* (2010) 14.

⁶ Vgl. Keiser, *Alliance Method* 170; Schlabach, *Prozessmodell* 152; Weinberger, *Alliancing Contracts im deutschen Rechtssystem* 14.

gehende gemeinsame Risikotragung umfasst.

Die Vergütung des Allianzpartners setzt sich beim GKI aus den folgenden 3 Teilen zusammen⁷

- Teil 1 / Baukosten
- Teil 2 / Indirekte Kosten
- Teil 3 / Bonus-Malus-Regelung

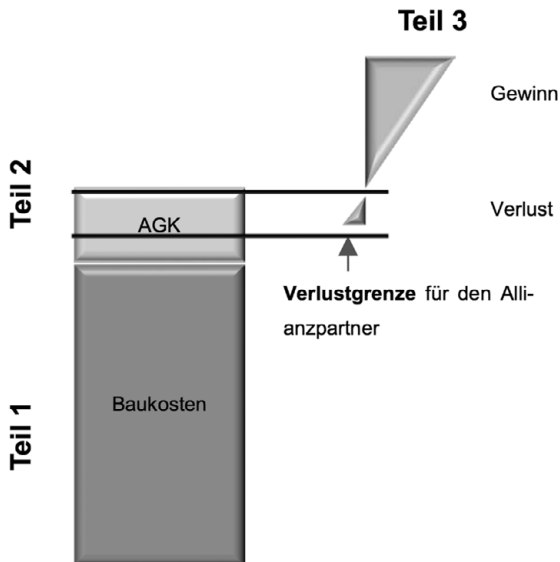


Abbildung 1: Vergütungsmodell Allianzvertrag GKI

⁷ Mehr zum Vergütungsmodell von Allianzverträgen siehe Deutschmann, Allianzvertrag für österreichische Bauprojekte 42 ff.

2.1.1 Teil 1 / Baukosten

In diesem Teil werden dem Allianzpartner vom Bauherrn alle tatsächlich angefallenen Kosten (zB Lohn, Gehalt, Material, Betriebsstoffe und Betriebsmittel, Gerät, Subunternehmer, Gestionen und Versicherungen) ohne Zuschlag (eins zu eins) unter Vorlage eines entsprechenden Nachweises (zB Rechnung) und nach *open books* (vollständige Offenlegung der Baubuchhaltung) vergütet. Skonti und Rückvergütungen wie zB Jahresumsatzboni, welche der Allianzpartner aus Verträgen oder Rahmenvereinbarungen mit Dritten erhält, sind dem Bauherrn gutzuschreiben und von den direkten Kosten bei jeder Rechnung in Abzug zu bringen.

2.1.2 Teil 2 / Indirekte Kosten

In dieser Stufe werden die allgemeinen Geschäftsgemeinkosten – unabhängig von den tatsächlichen Baukosten – als Pauschalpreis vergütet. Eine Anpassung der Pauschale erfolgt nur bei einer Fortschreibung der Zielkosten aufgrund eines Risikoeintritts aus der Sphäre des Bauherrn.

2.1.3 Teil 3 / Bonus-Malus-Regelung

Durch die Bonus-Malus-Regelung partizipiert der Allianzpartner an der Projektpformance. Der Teil 3 der Vergütung ist ein eigenständiger Teil, welcher bei der Ziel- und Endkostenermittlung nicht berücksichtigt wird.

Im Rahmen des Allianzvertrages GKI werden die Projektergebnisse in folgenden Bereichen bewertet:

- Kosten
- Termin
- Qualität „Versetzungsgenauigkeit Tübbing“
- Arbeitssicherheit
- Kooperation

Der Bereich „Kosten“ lässt den Allianzpartner an der monetären Projektperformance partizipieren. Werden die Zielkosten von den Endkosten unterschritten, erhält der Allianzpartner einen Bonus und bei einer Überschreitung einen idR begrenzten Malus, welcher entsprechend dem vertraglich festgelegten Aufteilungsschlüssel geteilt wird. Die Zielkosten werden vor Projektbeginn von den Vertragsparteien gemeinsam festgelegt und umfassen die prognostizierten direkten Baukosten, Preisgleitung und Risikogelder für die von den Vertragsparteien gemeinsam getragenen Risiken. Weiters ist der für die indirekten Kosten (Teil 2 der Vergütung) festgelegte Pauschalpreis einzurechnen. Nach Abschluss des Projekts werden die tatsächlichen Endkosten ermittelt, welche mit Ausnahme der Risikogelder und der Preisgleitung dieselben Kostenbestandteile umfassen wie die Zielkosten.

2.1.4 Gemeinsame Risikoübernahme (*risk sharing*)

Beim Allianzvertrag GKI wurde von der Risikozuweisung (Sphärentrennung) der ÖNORM B 2110 abgegangen und weitgehend eine gemeinsame Risikoübernahme eingeführt. Einzelne Risiken oder daraus resultierende Schadensfälle werden dabei nicht dem jeweiligen „Verantwortlichen“ zugewiesen, sondern gemeinsam getragen. Durch die Zusammenarbeit der Beteiligten steht ua eine höhere Lösungskompetenz zur Verfügung, wodurch die Schadensauswirkungen minimiert werden. Natürlich sind bestimmte Risiken ausgenommen und verbleiben weiterhin in der Sphäre eines Beteiligten (zB höhere Gewalt).

Als Risikovorsorge werden für die gemeinsam getragenen Risiken zwischen dem Bauherrn und dem Allianzpartner festgelegte Risikogelder (sozusagen als „Puffer“) in die Zielkosten eingerechnet (zB für „geologische Risiken“).⁸ Wird dann im Projekt ein gemeinsames Risiko schlagend, bleiben die Zielkosten unverändert. Da die Zielkosten unverändert bleiben und sich die Endkosten des Projekts erhöhen, reduziert sich durch diese tatsächlich höheren Kosten (Teil 1 der Vergütung) der Bonus des Allianzpartners gemäß Teil 3 der Vergütung. Die direkten Bau-

⁸ Vgl Burtcher/Deutschmann/Hagen, bau aktuell 2011, 146; Ross, Alliance Contracting – lessons from the Australian experience (2009) 3.

kosten (Teil 1 der Vergütung) aus dem Risikoeintritt werden dem Allianzpartner in jedem Fall vom Bauherrn vergütet, weshalb der Unternehmer im Worst Case „nur“ den (begrenzten) Malus verliert.

2.2 Organisationsstruktur

Alle allianzinternen Entscheidungen beim GKI werden in der folgenden durch Bauherr und Allianzpartner gemeinsam besetzten „unternehmensähnlichen“ Organisationsstruktur getroffen:

- Der Allianzvorstand ist die oberste Instanz in der Organisationsstruktur, welche im Wesentlichen für die Aufsicht, Führung und Steuerung der Allianz zuständig ist. Der Allianzvorstand setzt sich aus der Geschäftsführung der Arbeitsgemeinschaft und Bauherrenvertretern zusammen.
- Das Allianz-Managementteam ist die dem Allianzvorstand untergeordnete Organisationseinheit. Die Leitung und das Management des Projekts, die Abwicklung des Tagesgeschäfts sowie die Zielerreichung obliegen dem Managementteam, welches vom Allianzmanager geleitet wird.
- Das restliche Projektteam (zB Projektingenieure, Sekretärinnen) ist dem Managementteam untergeordnet und diesem gegenüber verantwortlich.

Im Allianzvertrag sind bestimmte Punkte, wie zB Leistungsänderungen oder das Aussetzen oder Einstellen der Arbeiten, festgelegt, bei denen keine gemeinsame Entscheidungsfindung erfolgt. Diese Bereiche verbleiben in der alleinigen Entscheidungsbefugnis des Bauherrn.

2.3 Konfliktbehandlung

Ein weiterer Unterschied zum „klassischen“ Bauvertrag liegt in der Konfliktbehandlung. Für den Fall von Unstimmigkeiten zwischen den Beteiligten ist im Allianzvertrag GKI ein mehrstufiger standardisierter Konfliktlösungsprozess vorgesehen, welcher die folgenden aufsteigenden Stufen umfasst: Problemlösung am Entste-

hungsort, Befassung der in der Organisationsstruktur übergeordneten Instanz bis zum Allianzvorstand, (freiwillige) Mediation, Schiedsgericht. Gegen den Schiedsspruch kann nur eine Klage auf gerichtliche Aufhebung gemäß § 611 Zivilprozessordnung gestellt werden. Alle allianzinternen Entscheidungen beim GKI werden in der folgenden durch Bauherr und Allianzpartner gemeinsam besetzten „unternehmensähnlichen“ Organisationsstruktur getroffen:

2.4 Zusammenfassung Vertragsrecht

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass die vertragsrechtliche Ausgestaltung von Allianzverträgen im österreichischen Rechtssystem durch den Allianzvertrag GKI bereits hinreichend geklärt ist und in dieser Form auch von anderen Bauherrn umgesetzt werden kann.

3 VERGABERECHTLICHE UMSETZUNG VON ALLIANZ- VERTRÄGEN IM ÖSTERREICHISCHEN RECHT UNTER BE- RÜCKSICHTIGUNG DER AKTUELLEN ERKENNTNISSE VOM PROJEKT KÜHTAI 2

Aufgrund der positiven Erfahrungen der TIWAG im Projekt GKI soll – unter Mitwirkung des Autors – auch für das Projekt Kühtai 2, welches sich aktuell in der Phase der Vergabe befindet, die Möglichkeit der Anwendung eines Allianzvertrages vorgesehen werden. Nachdem dieses Projekt auf Grund der Lage im Hochgebirge, Schnittstellen wie zB den Einbau des Tunnelausbruchmaterials in den Damm, die Herstellung eines Steinbruchs im Bereich des Speichers und Verknüpfungen mit der bestehenden Anlage beinhaltet, erwartet sich die TIWAG durch die Anwendung dieses Vertragsmodells das beste value-for-money-Ergebnis.⁹ Obwohl die TIWAG bei der Ausschreibung dieses Projekts nicht dem Vergaberecht unterliegt, werden die Unterlagen für das Projekt transparent und in weitgehender Übereinstimmung mit den vergaberechtlichen Vorgaben ausgestaltet. Zur Vergabe der Baumeisterarbeiten wird ein Verhandlungsverfahren mit vorheriger EU-weiter Bekanntmachung durchgeführt.

⁹Vgl Herdina, Abwicklung von Tiefbauprojekten mit dem Allianzvertrag, STUVA-Tagung.

3.1 Anwendungsbereich von Allianzverträgen

Der Einsatzbereich von Allianzverträgen umfasst im Wesentlichen große und komplexe Infrastrukturprojekte mit Baukosten ab EUR 35 Mio (exkl USt), da durch das gemeinsame Abwägen und Managen der – im Vorfeld meist nicht konkret abschätzbaren – Risiken bessere Projektergebnisse erzielt werden können.¹⁰ In Österreich werden Bauaufträge in diesen Bereichen überwiegend durch Auftraggeber vergeben, welche dem Vergaberecht unterliegen.

In weiterer Folge wird daher die Umsetzung von Allianzverträgen im Rahmen des BVerG 2018 beleuchtet und aufgezeigt, wie der Verfahrensablauf für einen Bauauftrag eines öffentlichen Auftraggebers¹¹ im Oberschwellenbereich – unter Berücksichtigung der aktuellen Erkenntnisse aus dem Projekt Kühltai 2 – ausgestaltet werden könnte.

3.2 Besonderheiten beim Auswahlverfahren für Allianzverträge

Ein wesentlicher Unterschied zu den „klassischen“ Projektabwicklungsmodellen liegt im Vergabeprozess, welcher bei Allianzverträgen darauf ausgerichtet ist, den Projektpartner zu finden, mit dem in einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit die besten Projektergebnisse erzielt werden können. Im Auswahlverfahren werden daher im Rahmen von Interviews und Workshops insbesondere soziale und technische Fähigkeiten der Bieter mit einer hohen Gewichtung bewertet.¹² Weiters werden die Vertragsbedingungen bei Allianzverträgen gemeinsam festgelegt, es erfolgt eine gemeinsame Konkretisierung des Leistungsumfanges (Bau-Soll) und darauf aufbauend die Verhandlung und einvernehmliche Festlegung der Zielkosten (Preis).¹³ Damit eine Verfahrensart für die Umsetzung eines Allianz-

¹⁰ Vgl Keiser, Alliance Method 182; VDfF, The Practitioners' Guide to Alliance Contracting (2010) 37 ff; zu den Voraussetzungen für die Anwendung siehe zB VDfF, Alliance Contracting 36.

¹¹ Da der öffentliche Auftraggeber gemäß Teil 2 des BVerG 2018 einem strengeren Vergaberegime unterliegt als Sektorauftraggeber, kann die in diesem Beitrag aufgezeigte vergaberechtliche Umsetzung jedenfalls auch von Sektorauftraggebern durchgeführt werden.

¹² Non-price-Verfahren; single TOC-Verfahren; vgl Ross, Introduction to Project Alliancing (2003) 10 f; Schlabach, Prozessmodell 161 f, 166.

¹³ Vgl Schlabach, Transfer Project Alliancing 88.

vertrages geeignet ist, muss diese daher einen möglichst großen Spielraum für Gespräche und Verhandlungen zwischen dem Bauherr und den Bietern bieten.

3.3 Geeignete Verfahrensart

Die Verfahrensarten sind taxativ in den §§ 31 Abs 1 BVergG 2018 aufgezählt (numerus clausus der Verfahrensarten), wobei Mischformen¹⁴ oder ein Verfahrenstypuswechsel während dem Verfahren¹⁵ nicht erlaubt sind.¹⁶

Von diesen Verfahrensarten sind das Verhandlungsverfahren (§§ 31 Abs 5, 6 BVergG 2018), der wettbewerbliche Dialog (§ 31 Abs 9 BVergG 2018) und die Innovationspartnerschaft (§ 31 Abs 10 BVergG 2018) für die Durchführung eines derartigen Vergabeverfahrens grundsätzlich geeignet, da sie ein gewisses Maß an Verhandlungsspielraum gewähren, innerhalb dessen der Bauherr und die Bieter das Angebot gemeinsam weiterentwickeln können.¹⁷ Das offene und nicht offene Verfahren kommen wegen des Verhandlungsverbots gemäß §§ 112 Abs 4, 113 Abs 2 BVergG 2018 nicht in Betracht.

Voraussetzung für die Anwendung dieser Verfahrensarten ist, dass ein geeigneter Ausnahmetatbestand vorhanden ist. Das Verhandlungsverfahren mit vorheriger Bekanntmachung und der wettbewerbliche Dialog können gemäß § 34 Z 1 BVergG 2018 dann gewählt werden, wenn die Bedürfnisse des öffentlichen Auftraggebers nicht ohne die Anpassung bereits verfügbarer Lösungen erfüllt werden können – zB keine Normbauten – oder der Auftrag gemäß § 34 Z 2 BVergG 2018 konzeptionelle oder innovative Lösungen umfasst. Nach den Formulierungen in den Gesetzesmaterialien¹⁸ ist dies dann der Fall, wenn es sich „um Bauleistungen [handelt], bei denen es im Vorhinein nicht möglich ist, die für den

¹⁴ Vgl zum BVergG 2006 Fink/Heid in Heid/Preslmayr, Handbuch Vergaberecht 4 (2015) Rz 773, mwN.

¹⁵ Vgl EuGH 25.4.1996, Rs C-87/94, Kommission/Belgien, Slg 1996, I-2043.

¹⁶ Vgl Zleptnig in Heid/Reisner/Deutschmann/Hofbauer, BVergG 2018 § 31 Rz 1 ff.

¹⁷ Eine detaillierte Herleitung der Eignung dieser Verfahrensarten findet sich unter: Deutschmann, Allianzvertrag für österreichische Bauprojekte 90 ff.

¹⁸ Siehe EBRV 69 BlgNR XXVI. GP 66.

öffentlichen Auftraggeber beste Lösung bzw das für den öffentlichen Auftraggeber beste Verfahren zu identifizieren, weil es sich um besondere Projekte handelt wie etwa seltene oder komplexe Konstruktionen (zB Brücken, Tunnel, Infrastruktur), bei denen eine klare Wahl des besten Verfahrens bzw der besten Technologie usw im Vorhinein nicht möglich oder klar identifizierbar ist und deswegen Verhandlungen zur Optimierung des Projektes (bzw seiner Realisierung) geboten sind.“ Es können daher wohl alle nicht standardisierten Bauleistungen mit diesen Verfahrensarten beschafft werden.¹⁹

Da der Anwendungsbereich von Allianzverträgen gemäß Punkt 3.1 große und komplexe Infrastrukturprojekte – und somit keine Normbauten – umfasst, sind das Verhandlungsverfahren mit vorheriger Bekanntmachung und der wettbewerbliche Dialog für die Vergabe von Allianzverträgen wohl immer anwendbar.

Die Verfahrensart der Innovationspartnerschaft kann nur dann zulässig gewählt werden, wenn es sich gemäß § 41 BVergG 2018 um eine „innovative“ Bauleistung handelt, welche am Markt in dieser Form derzeit nicht verfügbar ist und daher erst im Rahmen der Innovationspartnerschaft entwickelt werden muss. Da die Baumethode auch bei komplexen Infrastrukturprojekten idR von zahlreichen Marktteilnehmern angeboten wird, ist diese Verfahrensart für die Vergabe von Allianzverträgen nur in Ausnahmefällen anwendbar.

Der mögliche Verfahrensablauf wird in weiterer Folge anhand eines Verhandlungsverfahrens mit vorheriger EU-weiter Bekanntmachung dargestellt, da es zu dieser Verfahrensart aus dem Projekt Kühtai 2 bereits entsprechende Erfahrungswerte gibt.

3.4 Ablauf eines Verhandlungsverfahrens für einen Allianzvertrag

Hinsichtlich der Ausgestaltung des Verfahrensablaufs hat der Bauherr einen großen Spielraum innerhalb der Grundsätze des Vergabeverfahrens (§ 20 BVergG 2018) und der Bestimmungen zum Verhandlungsverfahren mit vorheriger Bekannt-

¹⁹ Mehr hierzu Zleptnig in Heid/Reisner/Deutschmann/Hofbauer, BVergG 2018 § 34 Rz 7 ff.

machung (§§ 114 und 123 BVergG 2018). Bei einer praktischen Umsetzung des Allianzvertrages ist das Verfahren jedenfalls projektspezifisch zu entwickeln, da die genaue Ausgestaltung stark vom jeweiligen Projekt und den Wünschen des Bauherrn abhängt. In seinen Eckpunkten könnte der Verfahrensablauf aber folgendermaßen aussehen:²⁰

1. Stufe:

- EU-weite und nationale **Bekanntmachung** des Auftrags
- **Teilnahmeunterlagen:** Eignungs-, Auswahl- und Zuschlagskriterien, Festlegung der Anzahl der Bewerber für die 2. Stufe (mindestens die 3 besten Bewerber)
- Einbringung der **Teilnahmeanträge** durch die Bewerberteams
- **Eignungsprüfung und Auswahlentscheidung** durch den Bauherrn

2. Stufe:

- **Ausschreibungsunterlagen 1.** Fassung: Verfahrens- und Allianzvertragsbestimmungen
- **Angebote 1. Fassung:** Diese umfassen nur das Preisangebot (Zielkosten)
- **Verhandlungsrunden:** Technische Spezifikation von schwierigen Punkten sowie Verhandlungen über den gesamten Leistungs- und Vertragsinhalt
- **Ausschreibungsunterlagen 2. Fassung:** Die Ergebnisse der Ver-

²⁰ Vgl auch Deutschmann/Hagen/Kurz, Der Austrian Alliance Contract – Ein neues Vergabe- und Vertragsmodell für Österreich, RPA 2012, 125.

handlungsrunden sowie der aktuelle Projektstand (zB nach der Ausschreibungsunterlage 1. Fassung erlangte Bewilligungen oder neue Pläne) werden in die Ausschreibungsunterlagen 1. Fassung – für die Bieter ersichtlich – eingearbeitet.

- **Angebote 2. Fassung:** Diese umfassen ein überarbeitetes Preisangebot und die Qualität (zB Ausarbeitungen)
- **Team-Workshops und Interviews:** Dabei werden insbesondere die Teamfähigkeit des Bieterteams und die technischen Fähigkeiten der Schlüsselpersonen von der Bewertungskommission bewertet.
- **Bewertung der qualitativen Zuschlagskriterien** (zB Ausarbeitungen) des Angebotes 2. Fassung durch die Bewertungskommission.
- **Scoring auf den Endverhandlungspartner:** Anhand der Bewertung der qualitativen Zuschlagskriterien und der Zielkosten des Angebots 2. Fassung (die Gewichtung der Kriterien muss im Vorfeld bereits in den Ausschreibungsunterlagen im Detail bekanntgegeben werden) ergibt sich eine Rangfolge der Bieter. Die am besten gereihten Bieter werden zu Endverhandlungen eingeladen
- **Endverhandlungen:** In diesen rund 1- bis 2-monatigen Verhandlungen werden der Leistungsumfang konkretisiert und die Zielkosten sowie alle weiteren für die Vergütung erforderlichen Parameter festgelegt. Sollten die Verhandlungen scheitern, kann der Bauherr – bei einer entsprechenden Festlegung in den Ausschreibungsunterlagen – auf den nächstgereihten Bieter zurückgreifen und mit diesem verhandeln oder mit allen im Verfahren verbliebenen Bietern Verhandlungen aufnehmen. Kann Einigkeit mit einem Bieter erzielt werden, folgt die Zuschlagsentscheidung.
- **Zuschlagsentscheidung/Stillhaltefrist/Zuschlag**

3.5 Eignungs-, Auswahl- und Zuschlagskriterien

Da der Ablauf des Beschaffungsprozesses sowie die jeweiligen Kriterien vom Bauherrn immer projektspezifisch festgelegt werden müssen, kann die vergaberechtliche Überprüfung der Kriterien nur für das konkrete Vergabeverfahren erfolgen.

Gemäß § 2 Z 22 lit c BVergG 2018 sind **Eignungskriterien** unternehmensbezogene, auf den Leistungsinhalt abgestimmte („Übermaßverbot“)²¹, nicht diskriminierende „K.O.“-Kriterien. Bei der Konzeption eines Allianzvertrages für Österreich wären insbesondere folgende Eignungskriterien denkbar, die teilweise auch in Australien bzw beim Kraftwerk Kühtai 2 verwendet werden:²²

- Befugnis
- Zuverlässigkeit gemäß § 78 ff BVergG 2018
- Referenzprojekte vergleichbarer Art und Größe (technische Leistungsfähigkeit)
- Schlüsselpersonal (Mindestausbildung und -berufserfahrung) mit geeigneten Referenzprojekten
- Mindestumsätze der letzten 3 Geschäftsjahre (finanzielle Leistungsfähigkeit)

Auch **Auswahlkriterien** (§ 2 Z 22 lit a BVergG) müssen unternehmensbezogen, nicht diskriminierend und auf den Leistungsinhalt abgestimmt sein. Im Unterschied zu den Eignungskriterien handelt es sich aber um keine „K.O.“-Kriterien. Anhand der Auswahlkriterien wird eine Rangfolge erstellt und die besten – zumindest – 3 Bewerber werden in die 2. Stufe zur Abgabe der Angebote eingeladen. Bei

²¹ Die Kriterien müssen adäquat zum Leistungsgegenstand sein.

²² Vgl Deutschmann, Allianzvertrag für österreichische Bauprojekte 60 f.

der Konzeption eines Allianzvertrages für Österreich wären insbesondere folgende **Auswahlkriterien** denkbar, die teilweise auch in Australien verwendet werden:²³

- Anzahl und Besonderheiten der Referenzprojekte des Unternehmens
- Mögliche Arbeitsproben als Auszug aus einem genannten Referenzprojekt: Darstellung der Kost- und Terminplanung; des Umweltmanagements; der verwendeten Systeme zum Dokumentenmanagement und Informationsaustausch unter den Beteiligten oder der für die Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz getroffenen Maßnahmen und der damit erzielten Erfolge; der lessons learnt aus den abgewickelten Projekten und Maßnahmen zur Fehlervermeidung bei zukünftigen Projekten

Die **Zuschlagskriterien** sind auftragsbezogen und dienen der Bewertung des Angebots (§ 2 Z 22 lit d BVergG). Bei der Konzeption eines Allianzvertrages für Österreich wäre eine Auswahl aus folgenden Zuschlagskriterien denkbar, die teilweise auch in Australien bzw beim Kraftwerk Kühtai 2 verwendet werden:²⁴

- Zielkostenschätzung
- Bewertung der Preisgestaltung des Angebots (ua Ermittlung der vom Bieter in die Zielkosten einzurechnenden Risikovorsorge)
- Zuschlagsätze für Gewinn und Allgemeine Geschäftsgemeinkosten
- Bauzeitverkürzung
- Technischer Bericht - Ausführungskonzept

²³ Vgl Deutschmann, Allianzvertrag für österreichische Bauprojekte 61 f; Kurz/Deutschmann, Der Auswahlprozess beim Allianzvertrag und seine vergaberechtliche Umsetzbarkeit, in Purrer (Hrsg), ICC 2013 - Bauen in einer Allianz, Vermeidung von Interessenskonflikten durch gemeinsame Ziele (2013) 118 f.

²⁴ Vgl Deutschmann, Allianzvertrag für österreichische Bauprojekte 127 f; Deutschmann/Hagen/Kurz, RPA 2012, 125.

- Schlüsselpersonal: über die Eignung hinausgehende Erfahrungen mit technisch vergleichbaren Projekten, Erfolge und Referenzen des Schlüsselpersonals und Erfahrungen mit partnerschaftlichen Vertragsmodellen
- Optimierungspotential des Projekts hinsichtlich Kosten, Qualität und Termin (Konzept)
- Bescheidmanagement und Umwelt (Konzept)
- Projektpräsentation und Fragenbeantwortung
- Team-Workshops für die Schlüsselpersonen mit folgendem Inhalt:
 - Selbstpräsentation und Einzelinterviews der Schlüsselpersonen
 - Rollenspiel Krisensituation
 - Lösungskompetenz
- Konzepte zur Baustellenorganisation, Baulegistik, Bauprogramm
- Darstellung der Gewährleistung der Funktionalität, Bauablaufplanung (inklusive Strategie zur Einhaltung der Bauzeit), Management der Anrainer und Interessensgruppen, Logistik, Risikomanagement, Ansatz für die Beauftragung von Subunternehmern und zur Materialbeschaffung und – falls erforderlich – der Einbindung von Sub-Allianzen (Konzept)
- Ansätze für die Kosten- und Terminplanung, Systeme zum Dokumentenmanagement und Informationsaustausch unter den Beteiligten, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz für das konkrete Projekt (Konzept)
- Betriebs- bzw Nutzungskosten der Anlage (Konzept)

3.6 Zusammenfassung Vergaberecht

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass aufgrund der aktuellen Erfahrungen aus dem Projekt Kühltai 2 und der vergaberechtlichen Beurteilung²⁵ die Ausschreibung eines Allianzvertrages in einem Verhandlungsverfahrens mit vorheriger EU-weiter Bekanntmachung gemäß BVergG 2018 von Sektorenauftraggebern²⁶ und öffentlichen Auftraggebern problemlos umgesetzt werden kann.

4 BISHERIGE ERGEBNISSE GKI UND AUSBLICK

Der Allianzvertrag für den 22 km langen Triebwasserstollen des GKI befindet sich nun seit rund 2,5 Jahren in der praktischen Umsetzung. Trotz schwieriger und so nicht erwarteter geologischer Verhältnisse, erheblicher Probleme mit den Tunnelbohrmaschinen und einer zeitweise fast 100%-igen Überschreitung der zulässigen Konsenswassermenge, die aus dem Tunnel in die Vorflut gemäß Bescheid eingeleitet werden darf, ist das Resümee vom Bauherrn und vom Allianzpartner aktuell sehr positiv.²⁷

Für Bauherrn versprechen Allianzverträge eine deutlich erhöhte Planungssicherheit. *„Wenn das Projekt beendet ist, ist auch die Abrechnung beendet. Es gibt keine jahrelangen Gerichtsstreitigkeiten und keine offene Forderungen, die ich in der Bilanz zurückstellen muss“*, erklärt Johann Herdina, Vorstandsdirektor des GKI-Mehrheitseigentümers TIWAG. Zudem haben Berechnungen ergeben, dass durch den Allianzvertrag Einsparungen von 6% bis 9% lukriert werden können.²⁸ Alle erwarteten Ereignisse konnten durch die Allianz unter Bündelung sämt-

²⁵ Eine umfassende vergaberechtliche Beurteilung findet sich in Deutschmann, Allianzvertrag für österreichische Bauprojekte.

²⁶ Da der öffentliche Auftraggeber gemäß Teil 2 des BVergG 2018 einem strengeren Vergaberegime unterliegt als Sektorenauftraggeber, kann die in diesem Beitrag aufgezeigte vergaberechtliche Umsetzung jedenfalls auch von Sektorenauftraggebern durchgeführt werden.

²⁷ Vgl Herdina, Abwicklung von Tiefbauprojekten mit dem alternativen Vertragsmodell „Allianzvertrag“: Randbedingungen, Erfahrungen, Vor- und Nachteile, zukünftige Anwendungen, STUVA-Tagung (2019).

²⁸ Interview Herdina im bau + immobilien Report, Allianzen für den Bau, 4/2019, 24 ff.

licher Ressourcen aller Beteiligten ehestmöglich behandelt werden, sodass es im Vergleich zu herkömmlichen Vertragsmodellen keine monatelangen Stillstände und Nachträgen in zweistelliger Millionenhöhe verzeichnet wurden. Aus Sicht der TIWAG bringt die Anwendung des Allianzvertrages in jeden Fall eine große Verbesserung und Vereinfachung in der Abwicklung von Großprojekten.²⁹

Allianzpartner (Auftragnehmer) haben bei Allianzverträgen die Gewissheit, nicht auf ihren eventuellen Mehrkosten sitzen zu bleiben. Wirklich verdienen können sie allerdings nur bei einer Unterschreitung der Zielkosten. Das wird beim GKI aufgrund der schwierigen geologischen Verhältnisse nicht gelingen. Doch obwohl der Allianzvertrag im konkreten Fall zu einem reinen Kostenerstattungsvertrag mutiert ist, fällt auch das Fazit des Allianzpartners positiv aus. *„Der große Vorteil von Allianzverträgen liegt in der partnerschaftlichen Abwicklung der Projekte auf Augenhöhe, mit dem gemeinsamen Ziel einer qualitativen aber zugleich kostenoptimierten Leistungsdurchführung, sowie die zeit- und kostensparende Problemlösungsmethodik“*, erklärt Franz Urban, Unternehmensbereichsleiter Tunnelbau bei der Strabag SE.³⁰

Dass die schöne Theorie der kooperativen Projektabwicklung auch tatsächliche Auswirkungen auf den Baustellenalltag hat, bestätigt Bauleiter Robert Wäger. *„Alle Beteiligten ziehen an einem Strang. Dazu kommt, dass durch diesen wertschätzenden und vertrauensvollen Umgang deutlich schneller gemeinsam Lösungen bei auftretenden Problemen gefunden werden als bei herkömmlichen Baustellen.“* Außerdem sind die Ausfallzeiten bei sämtlichen Mitarbeitern signifikant niedriger als bei vergleichbaren Baustellen. Die Haupteckdaten für Wäger ist aber, dass man bei Allianzverträgen mit einer deutlich schlankeren Organisation arbeiten kann als bei vergleichbaren Projekten auf herkömmlicher Vertragsbasis. *„Ein wesentlicher Grund dafür ist der Wegfall des Claim Managements.“* Das

²⁹ Vgl. Herdina, Abwicklung von Tiefbauprojekten mit dem Allianzvertrag, STUVA-Tagung

³⁰ Interview Urban im bau + immobilien Report, Der Allianzvertrag aus Sicht des Auftragnehmers, 5/2019, 34.

³¹ Interview Wäger im bau + immobilien Report, Der Allianzvertrag aus Sicht des Auftragnehmers, 5/2019, 34.

betrifft nicht nur die Nachforderungen an sich, sondern auch dazugehörige umfassende Dokumentation.³¹

Sollte die Abwicklung beim Großprojekt Kühtai 2 genauso positiv verlaufen, wie beim GKI, werden Allianzverträge wohl auch bei anderen Bauherren zur Anwendung kommen. Aus rechtlicher Sicht steht der Umsetzung von Allianzverträgen im österreichischen Rechtssystem jedenfalls nichts entgegen.

Messen der Kooperation auf Großbaustellen

Der KOOP-QUICKCHECK

Dipl.-Ing. Dr.techn Wolfgang Wiesner

PORR Bau GmbH

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Beitrag ist eine redaktionell überarbeitete und aktualisierte Version eines Beitrags des Autors für das diesjährige Braunschweiger Baubetriebsseminar vom 22. Februar 2019.¹

Die aktuelle Problemlage im öffentlichen Infrastrukturbau wird maßgeblich dadurch bestimmt, dass aufgrund einer großen und weiterhin zunehmenden inneren Komplexität der Projektabwicklung (diese wird manchmal unter dem Begriff „Verrechtlichung“ subsumiert) nicht nur der Abwicklungsaufwand beträchtlich anstieg und weiterhin ansteigt, sondern die gemeinsame Aufgabe „an sich“ in extremen Fällen sogar vollständig aus dem Blick gerät, sodass Bauprojekte nur mehr mit unverhältnismäßigem Aufwand umgesetzt werden können.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (ÖBV) unter Beteiligung der maßgeblichen Kreise und mit sozialwissenschaftlicher Begleitung eine Methode entwickelt, mit der Kooperation auf Baustellen messbar gemacht und Impulse für eine Verbesserung der Kooperation gesetzt und nachgehalten werden.

Nach Durchführung eines Pilotversuchs im Jahr 2017 wurde die Methode am Bautechnikkongress 2018 vorgestellt und eingeführt. Am Baukongress 2020 soll ein erstes offizielles Resümee über die Wirksamkeit dieses neuen Analyse- und Steuerungstools erfolgen.

Die Anwendung der Methode steht grundsätzlich weltweit für jedes Bauprojekt sowohl im öffentlichen als auch privaten Tief- und Hochbau offen.

¹ Vgl. W. Wiesner (2019), S. 74ff

2 EINORDNUNG DER INITIATIVE „KOOPERATIVE PROJEKTABWICKLUNG“ IN DIE ENTWICKLUNG DER BAUWIRTSCHAFT

2.1 Zum Wesen der Bauwirtschaft

Bauunternehmen im Infrastrukturbau sind Wirtschaftsunternehmen, die einerseits den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten für marktwirtschaftlich tätige Organisationen unterliegen, andererseits besondere Rahmenbedingungen zu berücksichtigen haben.²

Markante Merkmale dieses Wirtschaftssegments ergeben sich aus der Eigentümerperspektive, der Kundenperspektive und der Perspektive der handelnden Personen.

Aus der Eigentümerperspektive ist strukturell intensiver Wettbewerb zu beobachten, bei dem gegenüber anderen Wirtschaftsbereichen relativ knappe Renditen relativ großen Risiken des Projektgeschäfts gegenüberstehen.

Aus der Kundenperspektive ist die Gestaltung der Rahmenbedingungen durch Politik und öffentliche Verwaltung relevant. Ein Konfliktpotential ergibt sich daraus, dass aufgrund der schwierigen Objektivierbarkeit qualitativer Angebotsmerkmale Bauaufträge überwiegend auf das Angebot mit dem niedrigsten Preis vergeben werden („Preiswettbewerb“ statt „Leistungswettbewerb“).

Aus der Perspektive der handelnden Personen ist die verglichen mit anderen technisch-wirtschaftlichen Abläufen geringere Systematisierbarkeit der Abwicklung komplexer Großbauvorhaben relevant. Dies bedingt laufende Entscheidungen der handelnden Personen auf allen Führungsebenen. Die Komplexität der modernen Gesellschaft verursacht dabei Zielkonflikte³.

² Aus W. Wiesner (2015), S. 172.

2.2 Zur chronologischen Einordnung

Für die österreichische Bauwirtschaft lassen sich drei relativ markante Entwicklungsperioden abgrenzen.⁴ Aus Sicht des Autors lassen sich diese Perioden unbeschadet zeitlicher Unterschiede in der Entwicklung jedenfalls qualitativ auch auf deutsche Verhältnisse übertragen.

- Manuelle Massenproduktion (in Österreich etwa vom Beginn der Industrialisierung Mitte des 19. Jahrhunderts bis nach dem 2. Weltkrieg)

Einsatz größtenteils ungelernter Arbeitskräfte, kaum Mechanisierung, Organisationsformen aus Landwirtschaft und Militär

- Technologieboom (in Österreich etwa ab den 1950er- bis Anfang der 1990er-Jahre.

Umfassende Mechanisierung und technologische Weiterentwicklung vor dem Hintergrund einer relativ breiten Akzeptanz durch die Bevölkerung. Im Mittelpunkt standen technisch-logistische Herausforderungen, kaufmännisch-rechtliche Problemstellungen wurden vergleichsweise untergeordnet betrachtet. Mit dem aufkommenden Umweltbewusstsein, der beginnenden Skepsis gegenüber Großprojekten und der stärker rechtlich geleiteten Verwendung öffentlicher Budgetmittel erfolgte der Übergang in die nächste Periode.

- Differenzierung der Perspektiven und Funktionen (in Österreich etwa seit Anfang der 1990er-Jahre)

Mit der Umgestaltung der institutionellen öffentlichen Auftraggeberorganisationen nach Managementkriterien und dem - in Österreich 1995

³ Vgl. ebd.

⁴ Vgl. ebd., S. 172f

erfolgten - EU-Beitritt inklusive dem begleitend eingeführten Vergaberecht wurden wirtschaftliche und rechtliche Problemstellungen für die Entwicklung und Umsetzung von Infrastrukturgroßprojekten zumindest gleichwertig zu technischen Problemstellungen. Die zuvor erwähnten Bürgerbewegungen erzwangen eine immer detailliertere Beteiligung zusätzlicher Stakeholder bei der Planung, Genehmigung und Realisierung von Infrastrukturgroßprojekten.

2.3 Zur Notwendigkeit des Übergangs in eine neue Periode

Die Forschungsergebnisse des Autors legen nahe, dass die systematische Beschäftigung mit dem gegenständlichen Thema zum aktuellen Zeitpunkt keinen Zufall darstellt. Der Übergang in die Periode der Differenzierung von Perspektiven und Funktionen wurde nämlich durch die Hoffnung geleitet, Infrastrukturgroßprojekte durch umfassende Berücksichtigung wirtschaftlicher Interessenslagen der Akteure, eines ebenso umfassenden Stakeholdermanagements und einer vollständigen und widerspruchsfreien Umsetzung dieser Perspektiven in Rechtsnormen (Gesetze und Verträge) so zu strukturieren, dass sich die Akteure vollständig auf die Bewältigung der technisch-organisatorischen Herausforderungen konzentrieren können.

Allerdings scheinen die hochkomplexen Problemstellungen von Großprojekten der bauwirtschaftlichen Analyse und rechtlichen Erfassung immer einen Schritt voraus zu sein. Geradezu entgegen den ursprünglichen Hoffnungen wird die technisch-organisatorische Projektabwicklung mehr denn je von zunehmend komplexeren vertraglich-rechtlichen Auseinandersetzungen überlagert, in denen um die Durchsetzung individueller Interessen der Stakeholder gerungen wird. Aus systemtheoretischer Sicht bietet sich dafür die Erklärung an, dass gerade die immer detaillierteren bauwirtschaftlichen und rechtlichen Regelungen zu einer zunehmenden Eigenkomplexität führen.

Immer häufiger wird die Sorge artikuliert und an einigen spektakulären Negativbeispielen in Deutschland und Österreich gezeigt, dass über der Entwicklung der sich ausdifferenzierenden Interessensgegensätze die gemeinsame Aufgabe „an sich“ völlig aus dem Blick geraten könnte und Bauprojekte entweder gar nicht mehr oder nur mehr mit unverhältnismäßigem Aufwand umgesetzt werden könn-

ten. Damit würde sich das System der Differenzierung ad absurdum führen.⁵

Sowohl die Ratio dieser Sorge als auch erfolgreiche Gegenstrategien wurden in anderen Ländern, wie z.B. UK mit der Einführung des Early Contractor Involvements und der verbindlichen Abwicklung komplexer Infrastrukturprojekte über Zielpreisverträge bereits demonstriert.⁶

3 DIE METHODE „KOOPERATIONS-QUICKCHECK KOOP-QC“

3.1 Methodenentwicklung in der ÖBV

Die Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) zählt die maßgebende Bauherrenschaft, die gesamte Bauindustrie, Ingenieurbüros, Universitäten und Fachhochschulen sowie namhafte Produkthersteller zu ihren 200 Mitgliedsfirmen. Die Primäraufgabe der Vereinigung ist das gemeinsame Erarbeiten des Letztstandes der Beton- und Bautechnik durch Vertreter der Mitgliedsfirmen.⁷

Vor dem Hintergrund der oben erhellten Problemlage bei der Abwicklung komplexer Infrastrukturbauvorhaben wurde im Rahmen des Arbeitskreises „Kooperative Projektabwicklung“ der ÖBV 2016 ein Projekt gestartet, um die Kooperation auf der Baustelle zu messen. Durch laufendes anonymes Befragen der Schlüsselpersonen in einem Bauprojekt sollte die wechselseitige Kooperation erhoben und insbesondere deren zeitliche Entwicklung verfolgt werden. Aufgrund dieser Erkenntnisse sollte in Bauprojekten die Möglichkeit geschaffen werden, frühzeitig Fehlentwicklungen bei der Kooperation zu erkennen und entsprechend gegenzusteuern.⁸

⁷ Vgl. https://www.bautechnik.pro/DE/Vereinigung/Ueber_uns, Zugriff am 10.02.2019

⁸ Aus B. Müllneritsch, G. Leißer, W. Wiesner (2018), S. 7

Auf Ebene der handelnden Personen wird durch eine verbesserte Kooperation auf der Baustelle weniger Stress, ein besseres Arbeitsklima, gemeinsame Lösungsorientierung und Spaß an der Arbeit erwartet. Auf Ebene der Organisationen ist daran die Hoffnung geknüpft, dass sich die beteiligten Personen besser auf die technischen Herausforderungen konzentrieren können und weniger Zeit zum Streitschlichten benötigen. Dies sollte in weiterer Folge zu deutlich weniger Administrationsaufwand und mehr Effizienz führen.

Die Leitung der Arbeitsgruppe hatte der Autor inne. Zu Jahresbeginn 2017 wurden elf geeignete Projekte zweier großer Infrastruktur-Auftraggeber ausgewählt. Da die Befragung strikt freiwillig erfolgen sollte, wurde vor dem jeweiligen Befragungsstart mit den Schlüsselpersonen der Baustellen das Interesse an der Mitwirkung abgeklärt. Parallel dazu wurden unter der Mitwirkung von Fachexperten des Beratungs- & Forschungsinstituts 4dimensions sowie des Instituts für statistische Analysen Jaksch & Partner das Prozedere sowie die Fragen ausgearbeitet. Insgesamt waren im Pilotprojekt von 02/2017 bis 07/2017 knapp 100 Personen in sechs monatlichen Befragungswellen involviert.

Dabei wurde in folgende Gruppen unterschieden:

- Auftraggeber (AG)
- Auftragnehmer (AN, bauausführendes Unternehmen)
- Örtliche Bauaufsicht (ÖBA) und Baumanagement sofern diese Funktion nicht durch den AG wahrgenommen wurde

Am Ende der Pilotphase wurden die Ergebnisse in einem halbtägigen Workshop diskutiert, zu dem alle Teilnehmer und die Mitglieder der Arbeitsgruppe inklusive der sozialwissenschaftlichen Experten eingeladen waren.

Positiv konnte festgestellt werden, dass die Befragung von den Teilnehmern und

Teilnehmerinnen häufig positiv aufgenommen wurde und die Ergebnisse zum Teil bereits zum Anlass genommen wurden, um Maßnahmen daraus abzuleiten. Es wurde aber auch erkannt, dass es neben der Übermittlung der Ergebnisse an die Projektteams aus AG, AN und ÖBA auch ein unterstützendes Angebot zur Reflexion und Ableitung von Maßnahmen geben muss.

Inhaltlich wurden im Wesentlichen folgende Aspekte als bestimmend für die Kooperation auf der Baustelle festgestellt:

- Dispositionsfristen
- Planvorlauf und Planungsqualität
- Umgang mit Leistungsabweichungen; interessant war dabei, dass im Mittel eine sinkende Kooperation über den Betrachtungszeitraum beobachtet wurde
- Fehlerkultur als Verbesserungspotential
- Im Betrachtungszeitraum schwerfälliger werdende Prozesse der Konfliktbewältigung

Interessant war die Beobachtung von teilweise sehr unterschiedlichen Sichtweisen der Teams (AG, bzw. AN oder ÖBA) auf den Level an Kooperation im Projekt. Mit der Messung der Kooperation konnten diese unterschiedlichen Sichtweisen sichtbar gemacht werden.

Weitere Ergebnisse des Pilotprojekts waren, dass der monatliche Befragungsrhythmus als zu eng erkannt wurde und der Fragenkatalog auf wenige, kurze Fragen reduziert wurde, um einen Rückgang der Teilnahmequote im Laufe der Befragungswellen hintanzuhalten.⁹

⁹ Vgl. ebd., S. 7f

3.2 Ausrollung und Umsetzung

Nach Beschluss des Vorstands der ÖBV zur Ausrollung der Methode wurde von Jaksch & Partner das endgültige Analysetool KOOP-QC entwickelt und mit dem Arbeitskreis „Kooperative Projektabwicklung“ abgestimmt. In einem Plenarvortrag am Baukongress im April 2018 wurde die Methode der breiten Öffentlichkeit erstmals vorgestellt und in den Eröffnungsansprachen von Vorstand und Geschäftsführung der ÖBV zur Anwendung empfohlen.

Das Ziel dieses – unverändert auf strikter Freiwilligkeit der Anwendung beruhenden – Analysetools ist es, den zentralen Beteiligten eines Bauprojektes Einblicke in die Kooperationsqualität ihres aktuellen Projektes an die Hand zu geben, sowie schnell und übersichtlich individuelle Stärken und Schwächen aufzuzeigen.

Die Fragen wurden gegenüber dem Pilotprojekt präzisiert und gestrafft, sodass 14 fixe sowie bis zu fünf projektspezifische Fragen analysiert werden. Eine persönliche Vor-Ort-Einführung zu Projektbeginn sowie moderierte Unterstützung bei der Interpretation und Maßnahmenfestlegung zum geeigneten Zeitpunkt stehen als Hilfestellung zur Verfügung.

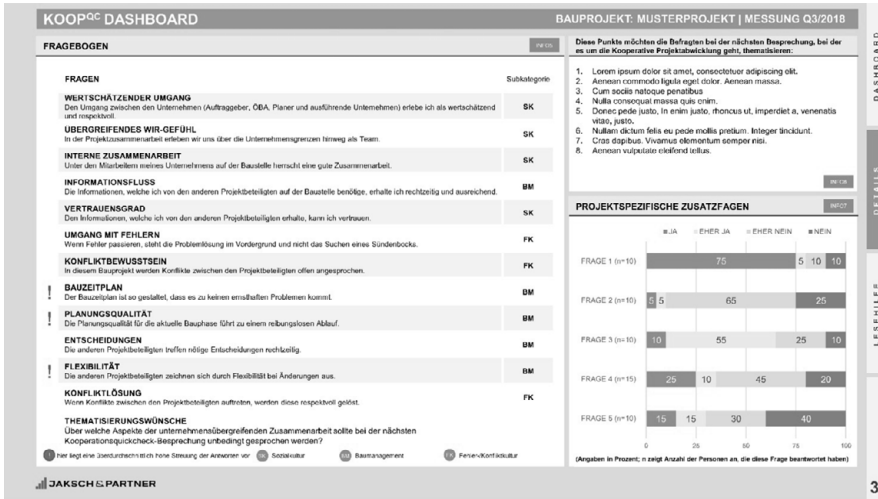


Abb. 1: Standardisierter Fragebogen

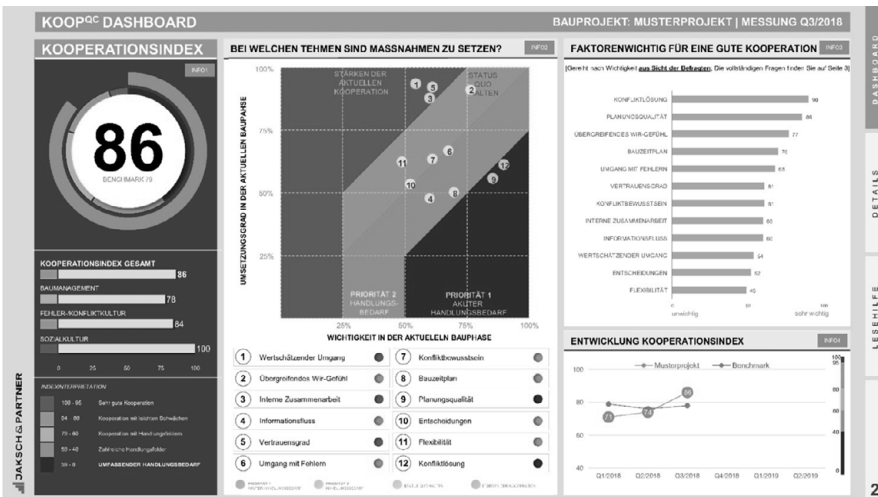


Abb. 2: Ergebnisdarstellung als Dashboard

Über die konkrete Ergebnisdarstellung für die Projektbeteiligten hinaus werden jährlich anonymisierte Gesamtergebnisse auf Unternehmensebene aggregiert (z. B. erhält PORR jährlich ein Gesamtergebnis für jene Projekte, an denen PORR beteiligt ist im Vergleich zum Mittelwert aller Projekte) sowie ein natürlich ebenfalls anonymisiertes Gesamtergebnis über alle österreichischen Baustellen jährlich der ÖBV-Arbeitsgruppe „Kooperative Projektabwicklung zur Verfügung gestellt.

Auf dieser Basis sollen zielgerichtete übergeordnete Maßnahmen diskutiert werden.¹⁰

3.3 Status und Ausblick

Seit der Veröffentlichung im April 2018 wurde der KOOP-QC bei einigen Projekten im Wirkungskreis der bereits am Pilotprojekt beteiligten institutionellen Auftraggeberorganisationen ÖBB-Infrastruktur AG und ASFINAG Bau Management GmbH angewendet. Mit geeigneten Mitteln wird darum geworben, dass sich auch andere institutionelle Organisationen dieser Methode bedienen. Beispielsweise wurde aktuell von der Flughafen Wien AG entschieden, die Methode bei einem Bauvorhaben einzuführen. Positiv wird auch die Entscheidung der Austrian Tunnelling Association gesehen, eine Einführung der Methode bei sämtlichen österreichischen Tunnelbaustellen zu betreiben.

Am Baukongress 2020 soll ein erstes offizielles Resümee über die Wirksamkeit dieses neuen Analyse- und Steuerungstools erfolgen

4 ZUSAMMENFASSUNG

In einer chronologischen Analyse der bauwirtschaftlicher Entwicklungen im Infrastrukturbau lassen sich Phasen der relativen Kontinuität (Perioden) und Phasen des Übergangs beschreiben.

Der aktuelle Stand kann als Spätphase einer Periode der Differenzierung von Perspektiven und Funktionen beschrieben werden (vgl. oben Pkt. 2). Für die gegenständliche Periode war die Hoffnung maßgeblich handlungsleitend, dass Infrastrukturgroßprojekte durch möglichst detaillierte, umfassende und widerspruchsfreie Abbildung der unterschiedlichen Interessen und Perspektiven von Stakeholdern (AG, AN, Ingenieurdienstleister, Anrainer, Behörden, ...) in Rechts-

¹⁰ Vgl. ebd., S. 7f

normen (Gesetze und Verträge) so exakt strukturiert und die erforderlichen Funktionen voneinander abgegrenzt werden können, dass sich die Akteure vollständig auf die Bewältigung der jeweiligen technisch-organisatorischen Herausforderungen konzentrieren können.

Tatsächlich hat sich jedoch gezeigt, dass gerade daraus eine große und weiterhin zunehmende innere Komplexität in der Projektabwicklung hervorgerufen wurde, sodass nicht nur der Abwicklungsaufwand entgegen der ursprünglichen Hoffnung nach Vereinfachung beträchtlich anstieg, sondern die gemeinsame Aufgabe „an sich“ in manchen Fällen sogar vollständig aus dem Blick geriet und Bauprojekte entweder gar nicht mehr oder nur mehr mit unverhältnismäßigem Aufwand umgesetzt werden konnten.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (ÖBV) unter Beteiligung der maßgeblichen Kreise mit sozialwissenschaftlicher Begleitung eine Methode entwickelt, mit der Kooperation auf Baustellen messbar gemacht und Impulse für eine Verbesserung der Kooperation gesetzt und nachgehalten werden.

Nach Durchführung eines Pilotversuchs im Jahr 2017 mit knapp 100 beteiligten Experten und daraus abgeleiteten Weiterentwicklungen wurde die Methode am Baukongress 2018 vorgestellt und eingeführt. Aktuell wird die Anwendung der Methode über den ursprünglichen Kreis an institutionellen Beteiligten hinaus beworben. Am Baukongress 2020 soll ein erstes offizielles Resümee über die Wirksamkeit dieses neuen Analyse- und Steuerungstools erfolgen.

Grundsätzlich ist die Methode für jedes Bauprojekt weltweit sowohl im öffentlichen als auch privaten Tief- und Hochbau geeignet.

5 LITERATURHINWEISE

B. Müllneritsch, G. Leißer, W. Wiesner (2018) [öbv-Projekt „Messen von Kooperation“]

B. Müllneritsch, G.; Leißer; W. Wiesner: Messen von Kooperation. In: Österreichische Bautechnik Vereinigung (Hrsg.): Baukongress 2018. Heft 76. Wien, 2018

M. Knights, W. Wiesner (2014) [Early contractor's involvement]

M. Knights; W. Wiesner: Early contractor's involvement – A new method to gain excellency in infrastructure construction in the UK. In: W.Purrer; K. Bergmeister, et. al. (Hrsg.): BrennerCongress 2014. Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin, 2014

W. Wiesner: Management in österreichischen Bauunternehmen im Infrastrukturbau. Heft 2 der Schriftenreihe des Instituts für interdisziplinäres Bauprozessmanagement. TU-Verlag, Wien, 2015

W. Wiesner (2019) [Der KOOP-QuickCheck: Eine Methode zur Messung der Kooperation in Bauprojekten]

W. Wiesner: Der KOOP-QuickCheck: Eine Methode zur Messung der Kooperation in Bauprojekten. In: Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft (Hrsg.): Kooperative Vertragsmodelle und Baubetriebliche Lösungsansätze – Ist Deutschland reif für Alternativen? Beiträge zum Braunschweiger Baubetriebsseminar vom 22. Februar 2019, Schriftenreihe des Instituts für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Heft 63. Braunschweig: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb, 2019

SESSION 3

„Geschäftsprozesse der Planung“

BIM im Verkehrswegebau

Vernetzung von Termin-, Ressourcen- und Logistikdaten

Dipl.-Ing. Jens Hoffmann

Dipl.-Ing. Martin Hörhan

DDipl.-Ing. Daniel Jank

Dipl.-Ing. Sabrina Steiner

STRABAG AG

1 EINLEITUNG

BIM findet im Hochbau in den letzten Jahren stetig mehr Anwendung und setzt aufgrund umfassender Vorteile zukünftig den Standard für die Projektabwicklung. Von Seiten der öffentlichen Auftraggeber besteht im Zuge der einhaltenden Digitalisierungsprozesse ein zunehmend größer werdendes Interesse, Bauprojekte bereits in naher Zukunft sowohl im Hoch-, als auch Ingenieur- und Verkehrswegebau ganzheitlich in BIM abzuwickeln. In Deutschland, der Schweiz und Tschechien wurden mit „Stufenplänen für Digitales Planen und Bauen“ bereits von Seiten der Politik eindeutige Zeichen für den Ausbau der Digitalisierung im Bauwesen gesetzt. In Österreich ist diesbezüglich dringend Handlungsbedarf geboten. Es müssen allgemein gültige Standards erarbeitet und festgelegt werden, um zukünftig eine gemeinschaftliche Projektabwicklung mit BIM zu ermöglichen.

In der aktuellen Praxis fehlt ein einheitliches Verständnis, welche Aufgabengebiete durch BIM zukünftig abgedeckt werden. Österreich hat gegenüber anderen Ländern bspw. in puncto Standardisierung der Leistungsbeschreibungen mit der allgemein gelebten LBH und LBVI eine sehr gute Ausgangsbasis, ist aber bei Themen der allgemeingültigen Merkmaldefinition vergleichsweise deutlich hinten an. Insbesondere im Verkehrswegebau, wo Vorgaben aus dem Hochbau nur sehr begrenzt Anwendung finden können, fehlen klare Definitionen und Erfahrungen. Somit endet bei vielen Projektbeteiligten das Verständnis von BIM in der Erstellung eines 3D Modells, was nüchtern betrachtet den Begriff BIM verfehlt. Ungeachtet der BIM Aspekte Bauzeit (4D) und -kosten (5D) existieren allein bei der 3D-Modellierung verschiedenste Qualitätskriterien, die den Unterschied zwischen Erfolg und Misserfolg bereits in der Planungsphase ausmachen können. Insbesondere geschuldet der Tatsache, dass das 3D-Modell zukünftig vom AG dem AN in den Ausschreibungsunterlagen zur Verfügung gestellt werden soll, bedarf es einer klaren Definition von qualitativen wie inhaltlichen Anforderungen. Weiterführend sind Zusammenhänge zwischen 3D-Modell, Terminplanung und Kostenkalkulation sowie deren fachübergreifende Schnittstellen unablässig, um bspw. Möglichkeiten zur Auswertung und Vergleichbarkeit sowie Weiterverwendung sicherzustellen.

Aufgrund deutlich abgeänderter Planungsprozesse müssen nicht nur die Rollen- und Leistungsbilder der Projektbeteiligten neu definiert, sondern auch die Bearbeitungszeiträume an den erhöhten Planungsaufwand in den frühen Projektphasen angepasst werden. Bereits bei der konventionellen Bearbeitung war die baubegleitende Planung eine große Herausforderung und verursachte beispielsweise im Falle von Planungsänderungen oder -verzügen häufig erhebliches Konfliktpotential. Bei BIM-Projekten wären die Auswirkungen noch gravierender, weshalb es unumgänglich ist, die Planung in einer angemessenen Detailtiefe noch vor Baubeginn fertigzustellen. Auch hier bedarf es daher eines Kulturwandels.

Darüber hinaus gibt es weitergehende Forschungsansätze, das 3D Modell mit Daten derart umfassend anzureichern, dass der Terminplan und die Kalkulation automatisiert generiert werden bzw. unter Umständen das konventionelle Leistungsverzeichnis durch eine modellbasierte Leistungsdarstellung ersetzt wird. Die umfassende Anwendung von BIM eröffnet darüber hinaus das Potential, aus einer umfassenden Vernetzung von 3D-Modell, Terminplanung und Kostenkalkulation, gepaart mit einer Logistikoptimierung für den AN als auch AG, erhebliche Vorteile von der Vorplanung bis zur Bauabwicklung zu generieren.

2 ESSENTIELLE DATEN BEI DER PROJEKTBEARBEITUNG

Egal um welchen Fachbereich es sich handelt, die Basis für zielgerichtete und effiziente Entscheidungen bilden stets fundierte und aussagekräftige Informationen. Abhängig von der Qualität dieser Daten erhält man ein mehr oder weniger scharfes Bild von der zukünftigen Baustelle (in der Angebotsphase) bzw. des Baufortschritts in der Ausführungsphase. Je höher die Qualität dieser Informationen ist, desto besser sind die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Projektabwicklung. Konkret auf das Bauwesen bezogen, handelt es sich bei diesen essentiellen Informationen exemplarisch um Vertragstermine, Kalkulationsansätze, Rahmenbedingungen wie eingeschränkte Platzverhältnisse, Aufrechterhaltung des Verkehrs usw.

Einige dieser Informationen sind leicht einzuholen und haben nur eine sehr geringe bzw. überhaupt keine Schwankungsbreiten, andere können im Vorfeld kaum

exakt bestimmt werden und insbesondere Ursache-Wirkungszusammenhänge sind oft unklar. Diesbezüglich ist anzumerken, dass Leistungsansätze in der Regel auf Basis grober Richtwerte aus Datenbanken, Erfahrungswerten oder auch Literaturquellen entnommen werden. Da im Bauwesen bedauerlicherweise jedes Bauwerk einen Unikatscharakter mit variierenden Baugrund-, Umwelt-, Umfeld- und behördlichen Rahmenbedingungen aufweist, sind diese Annahmen stets zu adaptieren und können damit stets Unsicherheiten darstellen. Für den Fall, dass eine in der Angebotsphase angenommene Leistung nicht erreicht wird, haben sämtliche Beteiligte großes Interesse festzustellen, was die Ursachen für diese Abweichungen sind (Kalkulationsfehler, Änderung des Leistungsumfangs, Bauablaufstörungen usw.). Aktuell ist es noch immer schwierig, eine gesamtheitliche Projektanalyse eines komplexen Bauvorhabens zu erstellen, speziell wenn Informationsverluste bspw. durch Personalwechsel stattgefunden haben. Insbesondere bei Bauablaufstörungen, wo sich oft einzelne Störungskomplexe überlagern, ist es schwierig alle bzw. die zeitlich relevanten Bestandteile aufzufinden und zu bewerten, und dies in der Phase des akuten Problems. Ein vermehrt auftretender Auslöser sind verspätet vorliegende Ausführungspläne. Dieser Anlassfall sollte bei konsequent gelebter BIM-Praxis quasi systemimmanent ausgeschlossen sein. Weiters können künftig spezielle Abläufe in Beteiligungsmodelle ausgelagert werden und dennoch mit diversen Verknüpfungen einen nachvollziehbaren Einfluss im Gesamtmodell besitzen. Hierzu braucht es aber noch Zeit wie auch gelebte Praxis, um brauchbare wie durchgängige Vorgangsweisen zu erarbeiten und mit Erfahrungswerten zu unterlegen.

3 STATUS GESTERN MIT TENDENZ ZU HEUTE

Da Projekte auf der grünen Wiese zunehmend eine Seltenheit darstellen, die Ausführungszeiten immer kürzer und die vertraglichen Rahmenbedingungen (wie Pönalen) immer komplexer werden, gewinnt die Logistik im Rahmen einer Bauabwicklung mehr und mehr an Bedeutung. Wachsende Qualitätsansprüche und höhere Einbaufrequenzen müssen mit den sinnvoll einsetzbaren Ressourcen eine optimale Abstimmung finden und dies möglichst dynamisch im Planungs- und insbesondere im Ausführungsprozess.

Der speziell in der Baubranche verstärkt auftretende Fachkräftemangel ist ein weiterer Umstand, den die Führungskräfte in Zukunft verstärkt zu berücksichtigen haben. Eine Antwort darauf wird sein, komplexer werdende operative Aufgaben besonders im Rahmen der Arbeitsvorbereitung in einfache, transparente Arbeitspakete zu gliedern und verstärkt in automatisierte Prozesse auszulagern.

Ungeachtet von den verfügbaren Fachkräften stellt der sehr begrenzte Zeitraum für die Angebotsbearbeitung in der realisierenden Baubranche eine große Herausforderung dar. In dieser Phase gilt es, den Wissensvorsprung des Auftraggebers zunächst einmal aufzuholen, da die Ausführenden in den heutigen konventionellen Abwicklungs- und Vertragsmustern erst sehr spät eingebunden werden. BIM kann auch hier Abhilfe bieten, indem zumindest alle Projektdaten strukturiert über ein Modell mit den entsprechenden Verknüpfungen in der Angebotsphase zur Verfügung stünden. Diese Verknüpfung von Modell / LV / Zeit kann weiterführend, besonders effizient im Rahmen neuer Beteiligungsmodelle, in die Projektentwicklung eingebracht werden. Um hierfür die notwendigen Voraussetzungen zu schaffen, müssen die wesentlichen Projektinformationen in vorab definierter Qualität und Quantität sowie zum erforderlichen Zeitpunkt den Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt werden. Es gilt Redundanzen in der Angebotsbearbeitung im Zuge der Terminplanung, Kalkulation, Logistikplanung etc. zu vermeiden und Standardisierungen einzuführen, um eine effiziente Projektbearbeitung zu ermöglichen. Diese Standardisierungen erleichtern jeglichen Einstieg ungemein und bilden die Basis für eine zumindest teilautomatisierte Informationsgenerierung.

Um ein Projekt abwickeln zu können, braucht es eine große Anzahl von verschiedenen Experten, die mit unterschiedlichen Werkzeugen in gegliederten Phasen abgestimmt mitwirken. Ein aktueller und jedem zugänglicher Projektstand ist die Basis für das Gelingen des Projektes, nicht nur aber insbesondere bei der Anwendung von BIM. Besonders in der Realisierungsphase ist dies unabdingbar, um zeitgerecht auf unvorhersehbare Abweichungen oder Störungen rasch reagieren zu können. Die dafür erforderlichen Abläufe müssen entwickelt und erlernt werden, weshalb bei der STRABAG in ersten Pilotprojekten Spezialisten mit den bewährten Angebotsteams gemeinsam tätig sind. Dies gewährleistet einerseits einen engen Praxisbezug und andererseits ein „Mitlernen“ der operativen Kolleginnenschaft. Gleichfalls gilt diese Vorgangsweise nicht nur für die Phase der Angebotslegung, sondern geht natürlich darüber hinaus. Ein Beispiel für diese

Vorgangsweise stellt, stellvertretend für eine Vielzahl anderer Pilotierungen bei der STRABAG, das folgende Projekt dar.

4 BIM-PILOT AUTOBAHN I8 KALOTINA – SOFIA IN BULGARIEN

Das gegenständliche Projekt beinhaltet einen 14,5 km langen Teilabschnitt der bulgarischen Autobahn I-8, die zum Korridor „X“ des transeuropäischen Netzes Salzburg – Ljubljana – Zagreb/Budapest – Belgrad – Sofia – Istanbul – Ankara gehört. Die Projektvergabe an STRABAG erfolgte als Design & Build Auftrag und schließt damit die Lieferung einer Ausführungsplanung auf Basis einer Trassenplanung des Auftraggebers mit ein. Die Charakteristik des Projektes, die zu erbringenden Erkundungs- und Planungsleistungen sowie die gegebenen Projektlaufzeiten, zeigten sich als ideal für die Umsetzung eines konzerninternen BIM Pilotprojektes nach der Auftragsvergabe. BIM spezifische Anforderungen seitens des Bauherrn bestanden weder in der Angebots- noch Ausführungsphase.

5 STRECKENMODELL

Das 3D-Modell wurde mit der Trassierungssoftware ProVI erstellt und umfasst alle wesentlichen Objekte des Erd- und Oberbaus sowie des anstehenden Baugrundes entlang des gesamten Streckenbaus. Die Erstellung des initialen 3D-Modells erfolgte zunächst auf Basis der vorhandenen Ausschreibungsunterlagen (vgl. Abb. 1). Im Zuge der Erkundung und insbesondere Ausführungsplanung wurde dieses Basis-3D-Modell mit entsprechenden Adaptionen sowie allen weiteren geplanten Maßnahmen aktualisiert und weiter detailliert (Bodenverbesserungen, Hangsicherungen usw.). Das Modell wuchs somit parallel des Erkundungs- und Planungsprozesses und bildet(e) damit stets einen konsolidierten Mengen- und Kalkulationsstand (RIB ITwo) des Projektes ab (vgl. Abb.2).

Im Einzelnen umfasst das Fachmodell Strecke folgende Bauwerke oder Bauwerksteile:

- 14,5 km Autobahn (je 2 Richtungsfahrstreifen + Pannestreifen)
- Straßenüber- und -unterführungen inkl. einer Wildtierquerung
- Rampen und Knoten als Anbindungen an das bestehende, untergeordnete Straßennetz
- Baugrundsichtenmodell

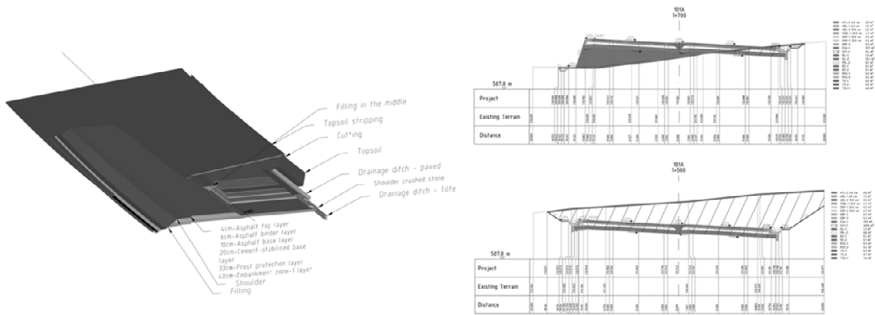


Abb. 1: Querprofil Planung und Streckenmodell

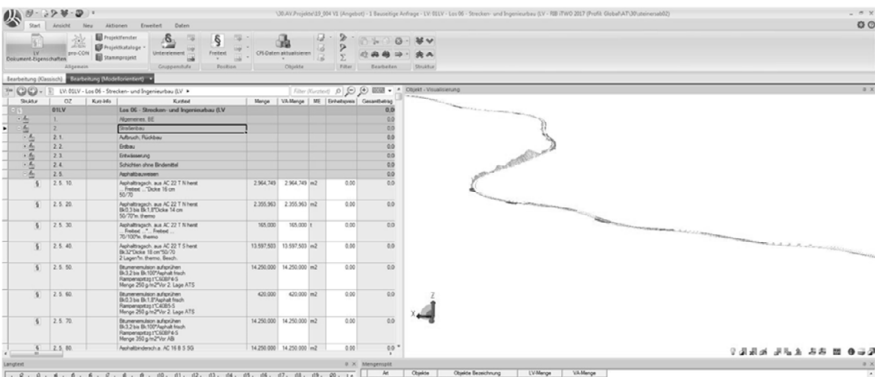


Abb. 2: Ableitung Modellmengen in RIB ITwo als Kalkulationsbasis

6 DATENPLATTFORM

Um eine zentrale Datenhaltung sowie die Möglichkeit von interaktiver Zusammenarbeit und Abstimmung gewährleisten zu können, wurde das attribuierte 3D-Modell verknüpft mit allen weiteren relevanten Informationen in einer cloud-basierten Modelldatenplattform für das gesamte STRABAG Projektteam zur Verfügung gestellt.

Dadurch war und ist es möglich, Daten, Fachmodelle und Ausgaben aus verschiedensten Softwarelösungen und beteiligten Fachdisziplinen gemeinsam darzustellen und zur modellbasierten Kommunikation zur Verfügung zu stellen (vgl. Abb.3).

Es wurden unter anderem die Fachmodelle

- Punktwolken und Orthophotos aus Geländeaufnahmen
- Geländemodelle
- Baugrundschichtenmodell
- Trassenmodell
- Entwässerungsmodell
- Ingenieurbaumodelle

in dieser Plattform zur Verfügung gestellt. Durch selektive An- und Abwahl der einzelnen Fachmodelle ist es möglich, gezielt bspw. Kollisionen bei der Anbindung der Entwässerungsleitungen von der Brücken- auf die Streckenleitungsführung zu visualisieren. Die visuelle Betrachtung der entsprechenden Problemstellen erfolgt dabei direkt anhand der Fachmodelle im aktuellen Planungsstand. Ein Kommentieren dieser Auffälligkeiten erfolgt direkt im Modell inkl. entsprechender Informationen an die Verantwortlichen der betroffenen Fachbereiche. Dies ermöglicht die schnelle Behebung ggf. vorhandener Schnittstellenproblematiken. Komplexe Bereiche sind damit auf kurzem Wege erfassbar, offene Problemstellungen,

Themen und Gedanken können mit visueller Unterstützung rasch und effizient kommuniziert, kommentiert, dokumentiert und gelöst werden.

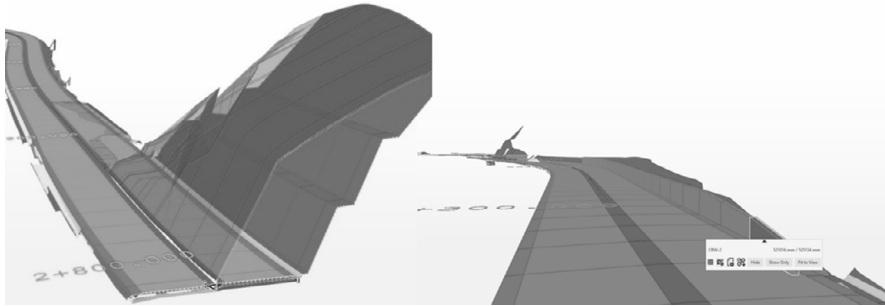


Abb. 3: Screenshot Datenplattform – Exmpl. Schnitt Geländeaufnahme und Streckenmodell

7 BAUZEITPLANUNG MITTELS MODELLBASIERTEM ZEIT-WEG-DIAGRAMM

Für Projekte mit einer Längserstreckung hat sich in den letzten Jahren für die Bauzeitplanung der Einsatz eines Zeit-Weg-Diagramm etabliert. Entgegen der Ganttplanung steht hier, neben der Dimension der Zeit auf der vertikalen Achse, die Dimension der Strecke auf der horizontalen Achse als wesentliches Planungskriterium zur Verfügung, womit wiederum die wesentliche Basis für massenlogistische Überlegungen geschaffen ist. Der Bezug auf die im Projekt maßgeblichen Stationierungen teilt die Positionen in sogenannte Aushub- und Einbaubereiche auf. Eine dementsprechende Ressourcenplanung in der Massenlogistik kann daher auf die einzelnen Bereiche abgestimmt werden. Diese Darstellungsform ist besonders gut geeignet, Überschneidungen bzw. Kollisionen sichtbar zu machen und damit zu vermeiden. Grundsätzlich gilt, je geringer die Neigung der Vorgangslinie, desto schneller die Ausführung des einzelnen Vorganges und vice versa. Durch das Einpflegen der Modelldaten, ist es möglich, unterschiedliche Mengenkonzentrationen zum Beispiel im Bereich von Verkehrsknoten lagerichtig abzubilden und den erhöhten zeitlichen Herstellungsaufwand im Terminplan grafisch abzubilden

(Neigung des Vorgangs wird in diesem Bereich beispielhaft steiler). Eine Gantplanning erlaubt diese Darstellung nicht.

Am Beispiel des Piloten Kalotina wurden die einzelnen Mengen aus dem Streckenmodell in die Bauzeitplanung automatisiert aufgenommen und den ebenso übertragenden Vorgängen zugeordnet. Durch eine Zuordnung von Leistungsansätzen, welche mit dem aus dem LV abgestimmt sein müssen, ergab sich bereits eine erste grobe Ressourceneinsatzplanung. Diese wurde in einem zweiten Schritt mit den vorgegebenen bzw. notwendigen Verkehrsphasen untergliedert. Weitere Schlüsselbereiche wie Felseinschnitte, vorhandene Brückenobjekte und unterschiedliche Böden- und Gesteinsklassen fanden überdies eine gesonderte Anpassung, um die dortigen Rahmenbedingungen hinreichend zu erfassen (vgl. Abb.4).

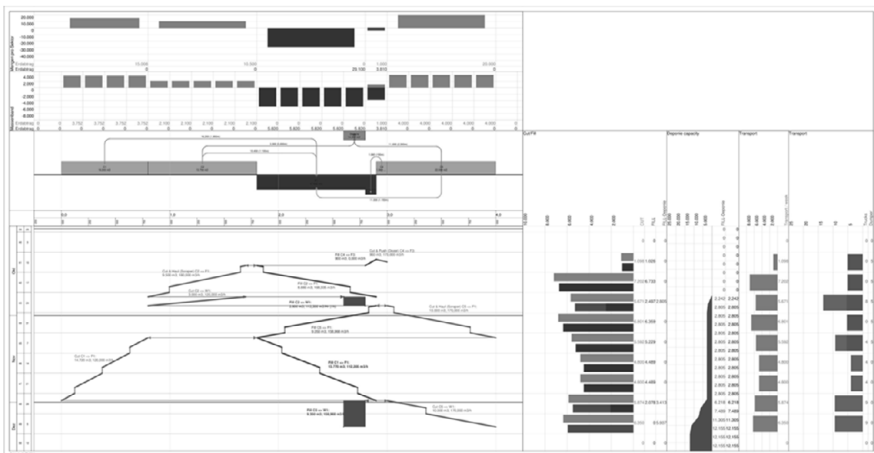


Abb. 4: Modellbasierte Tilos Bauzeitenplanung

8 MASSENTRANSPORTLOGISTIK

Die Planungen der Massentransportlogistik widerspiegelt sich generell in der Bauzeitplanung, hier im TILOS Terminplan, wobei jedoch spezielle Tools ergän-

zend zum Einsatz kommen. Allgemein erläutert, wird die Baustelle als mathematisches Netzwerk betrachtet, worin die Stationen des modellbasiert ermittelten Massenbandes, die Materialquellen und -senken die Knoten darstellen und die zu benützenden Transportwege entsprechend durch die Kanten dieses Netzwerks abgebildet werden. An den einzelnen Stationierungen werden in weiterer Folge verschiedene Materialien zu bestimmten Zeitpunkten entweder ein- oder ausgebaut, was datentechnisch aus dem Streckenmodell gespeist wird. Diese Materialien müssen jeweils Herkunfts- oder Einbauorte besitzen. Der Materialfluss unterliegt wiederum zahlreichen Zwangsbedingungen, wie etwa Ein- und Ausbauleistung von Maschinen, Förderleistungen der Seitenentnahmen, Aufnahmekapazitäten der Deponien, Leistungsfähigkeit der zu benutzenden Straßen, Transportkosten etc. Eine in der Folge zum Einsatz kommende Software ermittelt auf mathematischem Wege eine optimale Materialzuordnung zu den Materialquellen. Dieses Optimum kann, je nach verfügbaren Eingangsdaten entweder ein Kostenoptimum, oder ein Transportleistungsminimum sein.

Für die Logistikoftware im gegenständlichen Pilotprojekt Kalotina wurden die Mengen aus der oben genannten Trassierungssoftware direkt abgeleitet verwendet. Da zunächst kein zuverlässiges Baugrundschichtenmodell verfügbar war, mussten für die Wiederverwendbarkeit der Aushubmaterialien Annahmen getroffen werden. Im Idealfall erlauben die Informationen zum Baugrund bereits in früher Phase eine Beurteilung der Wiederverwendbarkeiten der zu gewinnenden Böden. Das war hier nicht der Fall und stellte sich erst durch die auszuführenden Erkundungen in späterer Phase ein. Grundsätzlich sei an dieser Stelle die Notwendigkeit von fachlich qualifizierten Erkundungen in ausreichender Menge über den Streckenverlauf unterstrichen. Auch oder insbesondere bei der Anwendung der BIM Methode kann die generierte Aussage nur so gut sein, wie die Qualität der zugrunde liegenden Informationen. Die BIM-Methode hingegen birgt die Gefahr, dass die allgemeine Verfügbarkeit und vor allem ansprechende Aufbereitung der Informationen nicht vorhandene Genauigkeiten vortäuscht.

Im Pilotprojekt Kalotina wurde anhand zweier Bauphasen das Zusammenspiel von Bauzeitplanung und Massentransportlogistik eingesetzt und intensiv getestet, mit dem Ergebnis, dass wertvolle Informationen für die Logistikplanung der Baustelle abgeleitet werden konnten. Die Optimierung der Logistik über das Gesamtprojekt hingegen erwies sich bis dato als schwierig, da noch nicht genügend

Informationen über jeden Abschnitt des Bauloses (Brecher, Entsorgungsorte, Lagerorte) vorlagen bzw. liegen. Diesem Umstand Rechnung tragend wurde, für das gegenständliche Pilotprojekt entschieden, die modellbasierte Ressourcenplanung im Zuge der Ausführung vor Ort detailliert zu verfolgen und zu dokumentieren. Brauchbare Ergebnisse werden entweder noch während der Ausführung dem Projekt zugutekommen können, jedenfalls jedoch künftigen Pilotprojekten im Hause der STRABAG.

Können Bauingenieure und Bauingenieurinnen durch künstliche Intelligenz ersetzt werden?

Dipl.-Ing. Wolfgang Müller
RIB Software SE

M. Eng. Anna Shamreeva
5D-Institut GmbH

*„Maschinen werden innerhalb von 20 Jahren
alles können, was Menschen auch können.“*

Herbert Simon, amerikanischer Sozialwissenschaftler, 1965

Werden Maschinen wirklich die weiterentwickelten belastungsfähigeren und intelligenteren Menschen sein? Die „Bauindustrie 4.0“ revolutioniert derzeit das Planen und Bauen durch die fortschreitende BIM-Implementierung und den Einsatz von auf künstlicher Intelligenz basierenden Systemen. Was sind die damit verbundenen weitreichenden Konsequenzen für den Baubetrieb und die Produktion?

Das Thema *Künstliche Intelligenz* wird nicht nur in den Fachkreisen, sondern auch in der Gesellschaft diskutiert. Das Wissenschaftsjahr 2019 in Deutschland ist der Problematik von künstlicher Intelligenz (im Folgenden KI) und maschinellem Lernen gewidmet.¹ Die darauf basierenden Systeme und Anwendungen sind bereits vielfach integrierte Bestandteile des menschlichen Daseins: z.B. Industrieroboter, Navigations- und Assistenzsysteme, Gesichts-, Sprach- und Bilderkennungsverfahren. Laut der Angaben des Instituts für Innovation und Technologie (iit) in Berlin setzen etwa 25 Prozent der Großunternehmen im produzierenden Gewerbe KI-Technologien ein, bspw. in der vorrausschauenden Instandhaltung und der Bildererkennung zwecks Qualitätskontrolle. Die Verarbeitung und Analyse erheblicher Datenmengen in kurzer Zeit deckt Zusammenhänge auf, die zuvor verborgen blieben und ermöglicht dadurch bisher nicht denkbare Einsatzgebiete.

Die Aussage, dass es eines Tages intelligente Maschinen geben könne, wirft unverzüglich die Frage auf, was überhaupt unter dem Begriff „Intelligenz“ zu verstehen ist. Beim Beantworten dieser Frage ist es des Öfteren schwierig, zwischen der Definition, was Intelligenz ist, und den Merkmalen, woran man sie erkennt, zu unterscheiden.² Bevor man mit dem Begriff „Künstliche Intelligenz“ etwas anfangen kann, ist zu klären, welche Bedeutung die menschliche Intelligenz hat. Intelligenz (lat.: *intelligentia* – Einsicht, Erkenntnisvermögen, *intellegere* – verstehen) beschreibt die Fähigkeit des Menschen zum abstrakten und vernünftigen Denken, Erkennen von Zusammenhängen und Finden optimaler Problemlösungen.³ Der US-amerikanische Psychologe und Ingenieur Lois Leon Thurstone (1887–1955) definierte Intelligenz über den Besitz folgender Befähigungen: räumliches Vorstellungsvermögen, Rechenfähigkeiten, Sprachverständnis, Wortflüssigkeit, Gedächtnis, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, logisches Denken. Ein auch nicht zu unterschätzendes Kennzeichen von Intelligenz ist, aus Beobachtung abstrakte Modelle bilden zu

1 Bundesministerium für Bildung und Forschung: <https://www.wissenschaftsjahr.de/2019>.

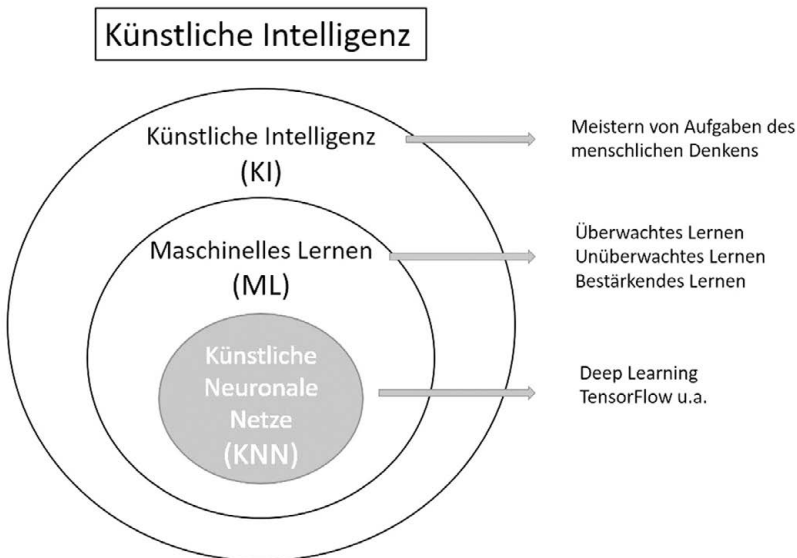
2 vgl. Werner Sesink, *Menschliche und künstliche Intelligenz*, 2012, S. 13.

3 vgl. Peter Zöller-Greer, *Künstliche Intelligenz: Grundlagen und Anwendungen*, 2010, Kapitel 1.

können.⁴

Aufgrund dieser Definition von menschlicher Intelligenz wird die Bezeichnung „künstliche Intelligenz“ häufig in der Fachliteratur kritisiert. Das zentrale Problem der KI ist die Komplexität der Welt. „Output ist alles, was wir bekommen“⁵, sagte einer der renommiertesten KI-Forscher der USA und fügte hinzu, dass die maschinelle Intelligenz ausschließlich auf dieser Ebene betrachtet werden sollte. Hierbei wird die Intelligenz der technischen Leistung des Computers gegenübergestellt. In diesem Zusammenhang werden folgende KI-Arbeitsbereiche genannt: wissensbasierte Systeme (Expertensysteme), lernfähige und erkennende Systeme (Neuronale Netze), Sprachverstehen, deskriptive und funktionale Sprachen (z.B. PROLOG), Robotik, Fuzzy-Systeme, genetische Algorithmen, kreative Maschinen, philosophische Probleme (z.B. Turing-Test, Chinesisches Zimmer, Computer-Bewusstsein).⁶

An dieser Stelle ist es wichtig, die Abgrenzung zwischen den Bereichen der KI, maschinellem Lernen und künstlichen neuronalen Netzen zu schaffen (s. Abb. 1). KI ist in erster Linie der Oberbegriff für sämtliche durch Maschinen zu übernehmenden, intellektuellen Aufgaben. Populär ist auch eine Verwendung des



Begriffes "KI" für einzelne spezifische Teile des Aufgabenspektrums.

4 vgl. Peter Zöller-Greer, Künstliche Intelligenz: Grundlagen und Anwendungen, 2010, Kapitel 1.

5 s. Schank und Childers, die Zukunft der künstlichen Intelligenz: Chancen u. Risiken, 1986, S. 72.

6 vgl. Peter Zöller-Greer, Künstliche Intelligenz: Grundlagen und Anwendungen, 2010, Kapitel 1.

Abb. 1: Ausflug in die Welt der Buzzword?

Arthur Samuel definierte 1959 „maschinelles Lernen“ als „die Fähigkeit, ohne explizite Programmierung zu lernen“.⁸ Dank bestimmter Algorithmenkonfigurationen nimmt die Maschine Anpassungen und Optimierungen vor, um die Datenverarbeitung zu verbessern. Die Lösung ergibt sich auf der Basis der zur Verfügung gestellten Daten.

Auf die künstlichen neuronalen Netze hat man versucht das Arbeitsprinzip der neuronalen Zellen des menschlichen Gehirns zu übertragen. KNN bestehen aus mehreren im Programm nachgebildeten „Knotenschichten“, die jeweils für das Erlernen eines bestimmten Aspektes einer Aufgabe vorgesehen sind. Beim Lernprozess werden die Gewichte – Zahlenwerte an den Verbindungen zwischen den Knoten – solange verändert, bis die Qualität der Ausgabedaten ausreichend gut ist (s. Abb. 2). Dies funktioniert des Öfteren nur mit sehr großen Datenmengen. Die Qualität eines KNN-Modells hängt sowohl von der Qualität der Trainingsdaten als auch von der Anzahl der Schichten ab. Bis dato ist es z.B. Microsoft gelungen, in einem KNN zur Bilderkennung 152 Schichten (ca. 100 Millionen Neuronen) aufzubauen.⁹ Das menschliche Gehirn verfügt im Gegensatz dazu über ca. 100 Milliarden Neuronen, die netzartig angeordnet mit 100.000 bis 200.000 Fasern anderer Nervenzellen in Austausch treten können. Die Verbindungen in KNN funktionieren nur aus mathematischer Sicht ähnlich wie im menschlichen Gehirn, sehen in der Realität aber doch anders aus.

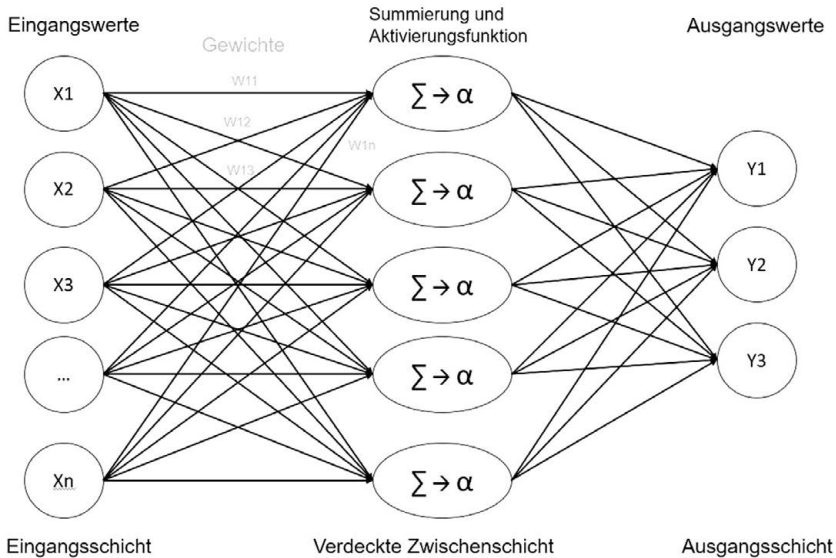
Die ersten geschichtlichen Erwähnungen über Maschinen, die in ferner Zukunft selbstständig denken und Entscheidungen treffen können, führen zurück auf den französischen Philosophen René Descartes. Bereits Mitte des 17. Jahrhunderts unterschied er zwischen Maschinen, die nur eine spezielle Aufgabe erledigen können und lernfähigen Systemen. Der britische Mathematiker Alan Turing hat im Jahr 1950 einen heutzutage berühmten Test für die Prüfung der Intelligenzexistenz einer Maschine entwickelt. Ein Computer mit Speichereinheiten kann so programmiert werden, dass er sich innerhalb von fünf Minuten mit einem Menschen unterhalten und für menschlich gehalten werden kann. Der Begriff „Artificial Intelligence“ (künstliche Intelligenz) wurde erstmals von McCarthy als Überschrift in einem Förderantrag im Jahr 1955 gebraucht und wird seitdem für diese Technologie verwendet. Im Jahre 1970 formulierte Karl Steinbuch, der deutsche Informatiker und Forscher im Bereich

7 in Anlehnung an die Präsentation von PIKON International Consulting Group GmbH.

8 vgl. Arthur Samuel, Some studies in machine learning using the game of checkers, 1959.

9 vgl. Tobias Rettenmeier, Bachelor-Thesis „Erzeugung neuronaler Netze zur Bilderkennung mit einem genetischen Algorithmus“, 2018, S. 11, 24.

Können Bauingenieure und Bauingenieurinnen durch künstliche Intelligenz ersetzt werden ?



von ML und KNN die zwei komplexen Fragen der neuen Wissensdisziplin.¹⁰

Abb. 2: Schematische Darstellung eines KNN¹¹

1. „Können Maschinen voraussichtlich etwas entwickeln, was man in Zukunft als Intelligenz bezeichnen kann?“
2. Besteht eine nennenswerte Aussicht, die Intelligenz von Lebewesen, insbesondere von Menschen, durch ihre physische Struktur zu erklären?“

Der Fortschritt im ML wurde erst mit der technischen Entwicklung des Computers möglich. Ein besonderes Ereignis in der KI-Geschichte war die Niederlage vom russischen Schachweltmeister Kasparow gegen den IBM-Rechner Deep Blue, der ca. 250 Mio. Stellungen in einer Sekunde berechnen konnte (1997).

Bemerkenswert ist, dass die vor mehr als fünfzig Jahren entworfenen Theorien erst heutzutage weiterentwickelt werden können. Die erhöhte Rechenleistung hat es ermöglicht, riesige Datenmaterial zu verarbeiten und dadurch Anwendungsfälle zu eröffnen. Die weiteren Gründe dafür sind u.a. Cloud-Lösungen (z.B. für Infrastruktur), unfassbare zur Verfügung stehende Datenmengen, aktuelle Forschung und Förderprogramme, umfangreiche Investitionen von Großunterneh-

¹⁰ vgl. Karl Steinbuch, Läßt sich das Problem der Intelligenz kybernetisch bewältigen, 1970, S. 193-195.

¹¹ in Anlehnung ans Fraunhofer-Institut, „Maschinelles Lernen: eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendung“, 2018, S.12.

men (Google, Microsoft, Amazon, Tesla, ...) und leistungsstarke ML-Verfahren.¹² Seit einiger Zeit existieren im Alltag KI-Einsatzgebiete, die von den Menschen nicht mehr als etwas Außergewöhnliches angesehen werden. Navigationssysteme, zeitnahe Vorhersage von Staus und die Anzeige von Unfallstellen sind u.a. durch die Verarbeitung von enormen Mengen an Fotos und Satellitenbildern möglich. Der virtuelle Assistent im Handy (z.B. Siri von der Firma Apple) beantwortet Anfragen verschiedenster Art und recherchiert eigenständig im Internet (Wettervorhersagen, Fahrpläne, etc.). Die maschinelle Übersetzung auf der Basis von KNN - Deep Learning - macht erhebliche Fortschritte in der Spracherkennung und verbessert die eigenen Ergebnisse durch einen ständigen Lernprozess.¹³ Die Gesichtserkennung zum Entsperren eines Handys bedient sich der KI. Internet-Suchmaschinen haben das Öffnen KI im Einsatz (Datenanalyse), um bessere Suchergebnisse zu liefern. Die erhöhte Rechenleistung hat es ermöglicht, riesiges Datenmaterial zu verarbeiten und dadurch Anwendungsfälle zu eröffnen, wie z.B. autonomes Fahren und maschinelle Analyse von Röntgenaufnahmen. Robotik wird vielseitig in der Fertigungsindustrie eingesetzt. Einer der interessantesten ML-Anwendungsbereiche stellt Data Science dar. Mittels dieser Methode ist die umfassende Analyse der unternehmerischen, prozess- oder projektbezogenen Daten durchzuführen. Auf deren Basis können neue Erkenntnisse für die Prozessoptimierung gewonnen werden. Zuerst werden die relevanten Informationen extrahiert (nach entsprechenden Einflussfaktoren), danach wird das Muster in den selektierten Daten erkannt, korrekt interpretiert (ML-Modellieren) und zuletzt die neuen Daten evaluiert (s. Abb. 3).

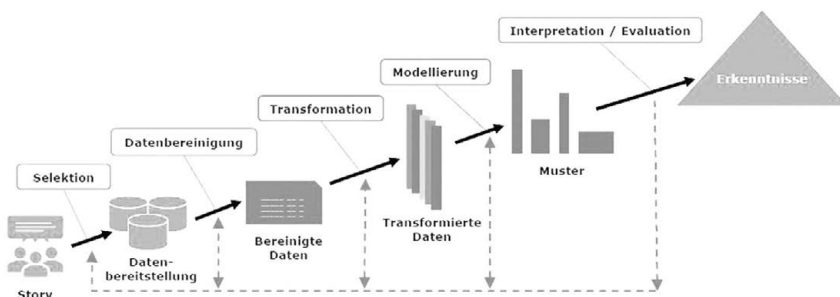


Abb. 3: Data Science Prozessablauf¹⁴

¹² vgl. Peter Preuss, Stuttgarter Gespräch: Big Data und Maschine Learning, 2019.

¹³ <https://www.deepl.com/de/translator>.

¹⁴ PIKON International Consulting Group GmbH (PIKON = **P**rozessorientierte **I**nformations**K**onzepte).

1 ANFORDERUNGEN DER BAUINDUSTRIE

Schon vor Jahren begann die Digitalisierung der verschiedenen Branchen und gegenwärtig steht die Weltwirtschaft an der Schwelle zur vierten industriellen Revolution. Für alle produzierenden Branchen wurde das Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ als zentrales Thema von der Bundesregierung in ihre Hightech-Strategie 2020 aufgenommen.¹⁵ Der Begriff „Industrie 4.0“ umfasst die Digitalisierung und Vernetzung aller Produktionsabläufe, die Erhöhung des Automatisierungsgrades sowie den Austausch der menschlichen Kräfte durch Roboter. Diese technologischen Änderungsprozesse werden in der Bauindustrie als BIM – Building Information Modeling – bezeichnet.

Die ersten Forschungsarbeiten zu virtuellen Gebäudemodellen wurden bereits in den 1970er-Jahren durchgeführt.¹⁶ In den 80er und 90er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde das Konzept, strukturierte Produktdatenmodelle für den Datenaustausch zu verwenden, vorwiegend im Maschinenbau eingesetzt. Demzufolge entstand STEP, *Standard for the Exchange of Product Model Data*, der als Basis für die Produktmodelle diente. Im Bauwesen wurde ein solcher Standard erst in den 1990er Jahren durch die Industrieallianz für Interoperabilität (IAI), seit 2003 als internationale Organisation buildingSMART bekannt, etabliert. IFC *Industry Foundation Classes* ist heute der international anerkannte Standard für den Austausch von BIM-Daten. Das Austauschformat IFC (basierend auf Teilen von STEP) ist als ISO 16739 registriert und wird fortlaufend weiterentwickelt.¹⁷

Die Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei der Planung, beim Bau und Betrieb von Bauwerken wurde in vielen Staaten, wie z.B. den USA, Norwegen, Finnland, Schweden, Dänemark, Großbritannien und den Niederlanden von der jeweiligen Regierung mithilfe öffentlicher Bauvergaben angeregt.¹⁸ Einen großen Beitrag in Deutschland leistet dabei „planen-bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens mbH“¹⁹, die eine nationale Plattform für führende Verbände und Unternehmen aus der Wertschöpfungskette der Bau- und Immobilienwirtschaft darstellt. Ihr Ziel besteht

15 vgl. BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung), „Industrie 4.0: Innovationen für die Produktion von morgen“, 2015, www.bmbf.de.

16 in Anlehnung an C. Eastman, D. Fischer, G. Lafue, J. Lividini, D. Stoker und C. Zessios, *An Outline of the Building Description System*, 1974.

17 s. DIN EN ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement, 2013.

18 vgl. T. Prinz, G. Seitz, *BIM für Architekten: 100 Fragen – 100 Antworten*, 2016.

19 s. planen-bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens, 2017, www.planen-bauen40.de.

darin, ein Kompetenzzentrum und zentraler Gesprächspartner im Bereich der Forschung, Regelsetzung und Marktimplementierung von BIM zu sein, sowie zusammen mit dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur den „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“²⁰ umzusetzen. Laut dem „Masterplan Bauen 4.0“ aus dem zweiten BIM-Zukunftsforum in Berlin sollte die BIM-Methode auf allen Verkehrsträgern erprobt, Pilotprojekte zum Einsatz von Drohnen initiiert, eine BIM-Cloud mit baurelevanten Daten gestartet, ein nationales BIM-Kompetenzzentrum für die BIM-Umsetzung in allen Bereichen gegründet und ein Construction Cluster (BIM-Exzellenzcluster) für den funktionalen Wissenstransfer zwischen Hochschulen und Wirtschaft aufgebaut werden.²¹

In Österreich ist die Gründung der Normungsgruppe ÖNORM A 6241 ein großer Schritt für die technische Umsetzung eines einheitlichen, strukturierten mehrdimensionalen Datenmodells für Bauwerke.²² Damit sich die österreichische Bauwirtschaft in Zukunft effizienter gestaltet und im internationalen Vergleich nicht an Wettbewerbsfähigkeit verliert, wird die Forschungsarbeit vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie und der Geschäftsstelle Bau der Wirtschaftskammer Österreich vorangetrieben. Einer der Forschungsaufträge – Studie „Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen“²³ – wurde ans Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement an der Technischen Universität Wien vergeben.²⁴ Die Studie beschreibt den *Status quo* der Digitalisierung im Bauwesen sowie die Chancen und Herausforderungen für die wesentlichen Stakeholder.

Die BIM-Methodik in der Schweiz reguliert das SIA 2051 Normenwerk,²⁵ das als Vorbild die nationalen CRB-Standards²⁶ hat. Die Normung wird vom BIM-Leitfaden²⁷ sowie Empfehlungen zum Umgang mit BIM²⁸ und anderen Dokumenten²⁹ unterstützt. Im Aktionsplan „Digitale Schweiz“³⁰ wurde in Zusammenarbeit

20 s. Stufenplan Digitales Planen und Bauen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2015, www.bmvi.de.

21 s. Masterplan Bauen 4.0, 2. Zukunftsforum: BERLIN – Zweiter BIM-„Gipfel“ zur Digitalisierung des Bauens im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), 2017.

22 s. ÖNORM A 6241, Digitale Bauwerksdokumentation, 2015.

23 vgl. Studie „Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen“ unter der Leitung von Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Goger in der Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. Melanie Piskernik, Dipl.-Ing. Harald Urban, Projektzeitraum: Okt. 2016 – Sept. 2017.

24 <https://www.ibb.tuwien.ac.at/forschung/abgeschl-projekte/digitalisierung-im-bauwesen/>.

25 s. SIA 2051 (2017), Building Information Modelling (BIM) – Grundlagen zur Anwendung der BIM-Methode.

26 <https://www.crb.ch/Normen-Standards.html>.

27 s. Claus Maier, Grundzüge einer open BIM Methodik für die Schweiz, 2015.

28 s. Empfehlungen zum Umgang mit BIM der KBOB, Ad-hoc Arbeitsgruppe Digitales Bauen / BIM, Januar 2018.

29 <https://bauen-digital.ch/de/produkte/downloads/>.

30 s. Aktionsplan „Digitale Schweiz“, 2018, S. 9.

mit SIA³¹ und den Hochschulen das Ziel definiert, dass der Bund und alle bundesnahen Betriebe ab 2021 für Immobilien und ab 2025 für Infrastrukturanlagen die BIM-Methode verpflichtend anwenden sollen. BIM-Fragestellungen werden in Foren und auf Informationsplattformen wie „Swiss Bau“³², „swissBIM“³³ und „Bauen Digital Schweiz“³⁴ diskutiert.

Das BIM-Konzept – ein digitales Gebäudedatenmodell für den gesamten Lebenszyklus, von den ersten Planungen bis zum Abbruch, von allen Beteiligten an Planung, Umsetzung, Ausführung und Betreiben der Bauprojekte durchgehend zu nutzen (s. Abb. 4) – birgt zahlreiche Vorteile für die Bauindustrie, wie z.B.:

- Transparenz des gesamten Planungsprozesses für alle Projektakteure
- Entscheidungsplattform für die Zusammenarbeit
- Visualisierung der Planungsergebnisse
- grenzübergreifende Planungsmöglichkeiten
- Vermeidung von Planungsfehlern und Risiken
- kürzere Projektlaufzeit, Kostensicherheit, höhere Planungsqualität
- Minimierung der Lebenszykluskosten
- Planungssicherheit aufgrund einer digitalen Ist-Aufnahme bei den Projekten im Bestand
- Soll-Ist-Vergleich auf der Baustelle durch die Photogrammetrie, Drohnenaufnahme und das 3D-Laserscanning.

Die präzise Vermessung, Projektentwicklung anhand digitaler Gelände-, Bestands- und weiterer BIM-Modelle hat den Infrastrukturbau vorangetrieben. Die Anwendung der Sensortechnik (Kontrolle der Rissbildung und Bauteilverschiebungen sowie deren digitalen Erfassung) ermöglicht besseres Erhalten des historischen Bestandes im Denkmalschutz. Die Ausschreibungs-, Vergabe-, Angebots- und Kalkulationsprozesse werden durch die modellbasierte 3D-Mengenermittlung unterstützt.

31 SIA – schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.

32 <https://www.swissbau.ch/de-CH/innovation-lab/themen-digital-use-cases.aspx>.

33 <http://swissbim.ch/open-bim-leitfaden-fuer-die-schweiz-veroefentlicht/>.

34 <https://bauen-digital.ch/de/events/>.

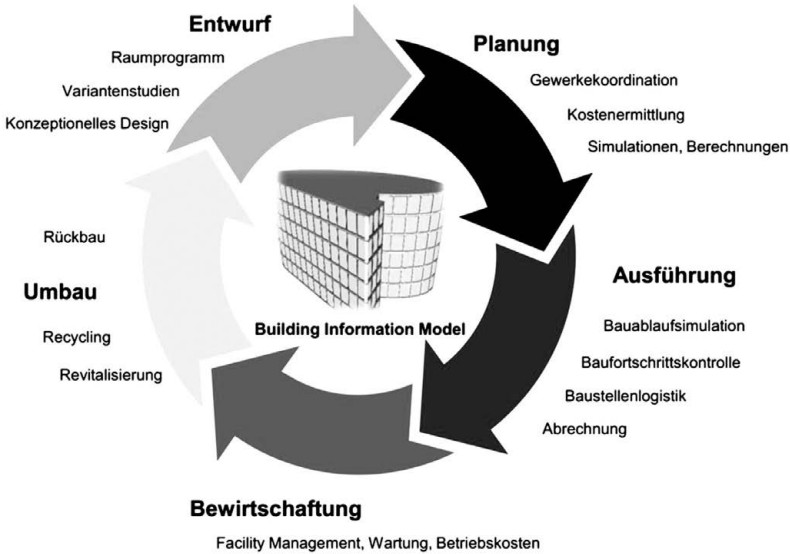


Abb. 4: Nutzung und Weitergabe des Gebäudemodells über den gesamten Lebenszyklus.³⁵

Allerdings generiert der BIM-Einsatz heutzutage meistens nur Mehrwerte in der Entwurfs- und Ausführungsplanung. Die eigentliche Ausführung auf der Baustelle funktioniert immer noch so, wie sie schon vor fünfzig Jahren praktiziert wurde. Der Bauprozess ist letztendlich nicht so effektiv und dessen Fortschritt kann mit der Industrieproduktion nicht verglichen werden (s. Abb. 5, Abb. 6).



Abb. 5: Bundesarchiv, 1970³⁶



Abb. 6: Moderne Baustelle, 2016³⁷

35 s. A. Borrmann, M. König, C. Koch, J. Beetz, Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, 2015, S. 4, Abb. 1.2.

36 Wolfgang Thieme, Bundesarchiv, Bild 183-J0724-0019-001, 1970.

37 <https://www.insaatderyasi.com/insaat-sektorunde-1-milyon-730-bin-isci-calisiyor-399h.htm>, 2016.

Eine erhebliche Herausforderung bei der BIM-Arbeitsweise stellt in den großen disziplinenübergreifenden Projekten und beim beschränkten BIM-Einsatz gegenwärtig die Schnittstellenproblematik dar. Obwohl BIM in der Theorie eine softwareneutrale Planungsmethode ist, muss in der Praxis zusätzlich zum Projektablauf über die Datenübergabe zwischen verschiedenen Softwareprodukten nachgedacht werden. Der Einsatz verschiedener Datenformate beschränkt eine herstellerübergreifende Nutzung und Vernetzung mit anderen Disziplinen. Bis zum jetzigen Zeitpunkt ist der reibungslose Datenaustausch mittels des standardisierten IFC-Formats oft nicht möglich. Bei der Software für Ausschreibung, Kalkulation, Vergabe und Abrechnung ist die Informationsübergabe mittels *.ifc-Dateien in der Praxis nicht ausreichend (der Datenaustausch zwischen den beiden Marktführern – Autodesk Revit³⁸ und RIB iTWO³⁹ – erfolgt bspw. mittels *.cpixml-Datei).

Die Entwicklung der BIM-fähigen Software ist noch nicht so weit, um die intelligente Interpretation der Modelldaten zu ermöglichen und die Änderungen in der Modellstruktur zu erkennen. Die vollständige Umsetzung des BIM-Verfahrens bei der statischen Berechnung ist bspw. durch analytische und numerische Ansätze begrenzt. Dazu gehören u.a. Anwendung der Finite-Elemente-Methode, das Einfügen von Gelenken und die Beachtung der Steifigkeiten. Die Datenübertragung z.B. zwischen Autodesk Revit Structural Analysis (BIM-Einsatzbereich: Tragwerksplanung) und SOFiSTiK Structural Desktop (BIM-Einsatzbereich: Statische Berechnung) funktioniert ohne Informationsverluste, weil diese Programme werkseitig verknüpft sind. Allerdings sind solche wichtigen Eigenschaften wie Randgelenke an Plattenkanten oder effektive Breiten für Plattenbalken zusätzlich zu definieren und mithilfe des in Revit integrierten Plug-In SOFiSTiK FEA Extension zu interpretieren.⁴⁰ Hierbei muss die Übergabe eines Gesamtmodells schrittweise erfolgen, bzw. mit der Aufteilung in Revit in Teil- oder Subsysteme (z.B. Geschossdecken, Aussteifungskern u.a.) ausgeführt werden.

Das Änderungsmanagement bei der BIM-basierten Kalkulation stellt des Öfteren einen aufwendigen Prozess dar, weil die Daten im Kalkulationsprogramm bei jeder geometrischen Modifikation des Modells aktualisiert werden müssen.

Falls ein Projekt nicht im Rahmen eines Unternehmens abgewickelt wird, sind Informationsverluste beim Datenaustausch zwischen verschiedenen Parteien und Programmanwendungen nicht ausgeschlossen.

38 <https://www.autodesk.de/products/revit/overview>.

39 <https://www.rib-software.com/home>.

40 <https://www.sofistik.de/produkte/statik-fem/fea-extension-fuer-revit/>.

Laut des Grundsatzes der BIM-Arbeitsweise sollen die Projektdaten während der Projektentwicklung ständig gepflegt werden. Demzufolge ist z.B. die Qualität der Ausführungsplanung eines Bauunternehmens von den Planungsdaten eines Planungsbüros abhängig. In der Praxis sollen die ausführenden Firmen in manchen Fällen sogar bei der Leistungsphase 5 nach HOAI⁴¹ ein digitales Modell neu erstellen, da die vorherige Planung nicht über die entsprechende Datenqualität verfügt oder nicht mittels einer BIM-fähigen Software durchgeführt wurde.

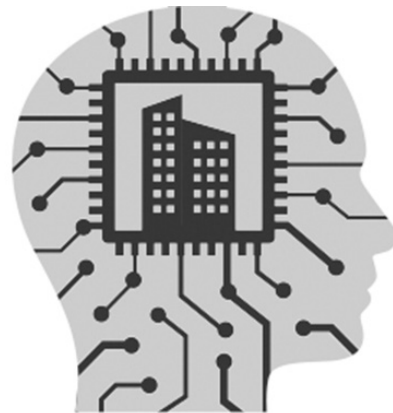
Da die Anwendung der BIM-Methodik eine zusätzliche finanzielle Investition bei den Pilotprojekten und während der Implementierungsphase einen höheren Zeitaufwand fordert, ist eine solche Arbeitsweise noch nicht für alle Unternehmen und Büros zugänglich.

Neben der Problematik der BIM-Einführung kann die Verzögerung der Entwicklung in der Baubranche im Vergleich zur sonstigen Industrie durch die Vielfältigkeit und Einzigartigkeit auch kleinerer Bauprojekte erklärt werden.

2 „BIM meet KI“

Die digitale Vernetzung der Modelldaten durch standardisierte Schnittstellen erweist sich als notwendiger, aber sehr komplexer Prozess, da während des Bauwerkslebenszyklus vom Entwurf über die Erstellung bis zum Betreiben sehr viele unterschiedliche Beteiligte agieren. Für die durchgehende Automatisierung und Digitalisierung von der Bauwerks- und Bauablaufsplanung bis zur Baustelle und Betriebsphase ist die herkömmliche Herangehensweise in der Programmierung nicht mehr ausreichend. Demzufolge ist ein Potenzial für den KI-Einsatz in der Baubranche entstanden.

„KI meets BIM“⁴² ist eines der Förderprogramme im Forschungsbereich der KI-Anwendungen im Bauwesen (s. Abb. 7). Einige ihrer Zukunftsvisionen für ML sind folgende: die automatische Erfassung und Modellierung von Bestandsbauten



KI meets BIM

Abb. 7: KI meets BIM⁴²

41 HOAI - Honorarordnung für Architekten und Ingenieure in Deutschland.

42 Künstliche Intelligenz im Bauwesen: www.kimeetsbim.org.

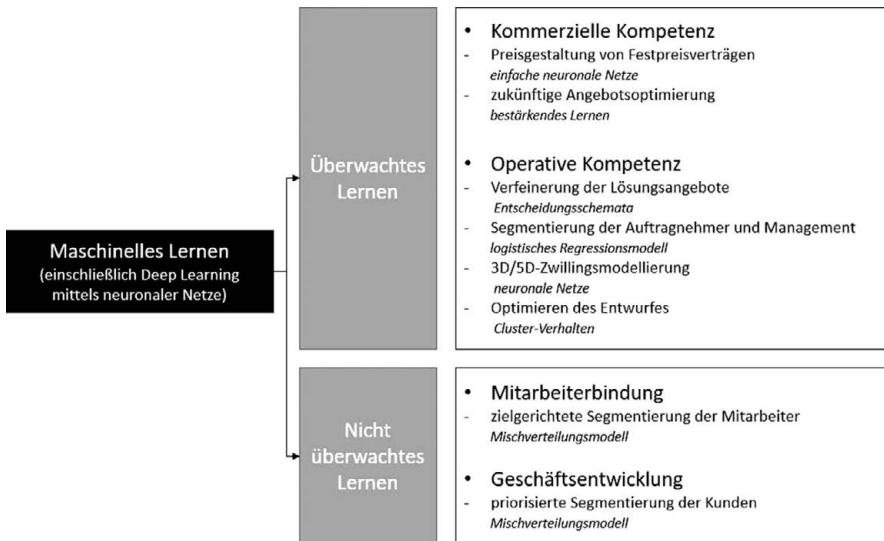
43 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: www.bmwi.de.

Können Bauingenieure und Bauingenieurinnen durch künstliche Intelligenz ersetzt werden ?

nach den Baufortschritten, die Unterstützung bei der Bauausführung (Augmented Reality) und die automatische Erfassung und Optimierung von Bauabläufen. Die Fähigkeit eines KI-Systems nach einem Lernprozess mit Beispieldaten unbekannte Daten beurteilen zu können, ermöglicht die Anwendung des KI-Systems bei der komplexen Analyse der baurelevanten Daten. Die Vorhersage auf Grundlage von Messdaten kann für die Optimierung und das Controlling der Bauvorgänge eingesetzt werden. Dadurch sollten Kosten- und Zeitaufwand reduziert, sowie Qualität und Effizienz der Bauabläufe in allen Projektphasen verbessert werden.

Die oben genannten Ziele sind ausschließlich mithilfe enormer Datenmengen zu erzielen. Big Data spielt im Bauwesen eine ebenso große Rolle wie in anderen KI-Anwendungsbereichen. Bevor das KI-System im Stande ist, eine entscheidungsrelevante Prognose zu erstellen, sind Übungsdaten vorzubereiten und die Ergebnisse nach jedem Lerndurchgang auszuwerten. Daraus ergibt sich die Frage, ob die Daten eines einzelnen Bauunternehmens für ML ausreichend wären oder ob die Daten mehrerer Firmen in den Prozess einbezogen werden müssen. Welche Daten sollten unter Wettbewerbern geteilt werden, um ein plausibles KNN aufbauen zu können?

Laut der Aussage von McKinsey&Company⁴⁴ sind die KI-Einsatzpotenziale im Baubereich nahezu grenzenlos. Nachfolgend sind einige Beispiele für die



Betriebsanwendung des ML aufgeführt (s. Abb. 8).

44 Firma für Unternehmens- und Strategieberatung, Hauptsitz: New York, Gründung: 1926.

Abb. 8: KI und Beispiele für die Betriebsanwendung ⁴⁵Für die Planung und Ausführung werden die Hauptarbeitsfelder in drei Cluster – digitale Kollaboration, Baustellenausführung, Backoffice – unterteilt (s. Abb. 9). Hierbei ergeben sich die Potenziale für die BIM-Methode und KI-Anwendung.

Die Baustellenausführung, der Mittelpunkt der Baubranche, hat mehrere Problemstellen, die von geringer Produktivität bis hin zu Verzögerungen bei der Materialbeschaffung reichen. Eine der digitalen Lösungen für die Erhöhung der Arbeitseffizienz vor Ort kann die Steuerung durch ein Monitoringsystem sein. Das Grundprinzip besteht darin, in Echtzeit die aktiven Arbeitsstunden der Bauarbeiter und Geräte zu messen und anhand der gesammelten Daten die Analyse über tatsächliche Projekt-, Soll- und Reststunden durchzuführen. Die Zeit- und Standorterfassung kann über die personalisierten GPS-Geräte funktionieren (wie im Navigationssystem). Auf der gleichen Grundlage ist die Qualitäts- und Sicherheitskontrolle zu handhaben. Die Verfolgung und Meldung von Sicherheitsvorfällen und -warnungen in Echtzeit sollte zu einer deutlichen Senkung der Unfallrate führen. Im Bereich der Qualitätssteuerung sind die zeitnahen Mängellisten und die autonome Qualitätskontrolle denkbar.

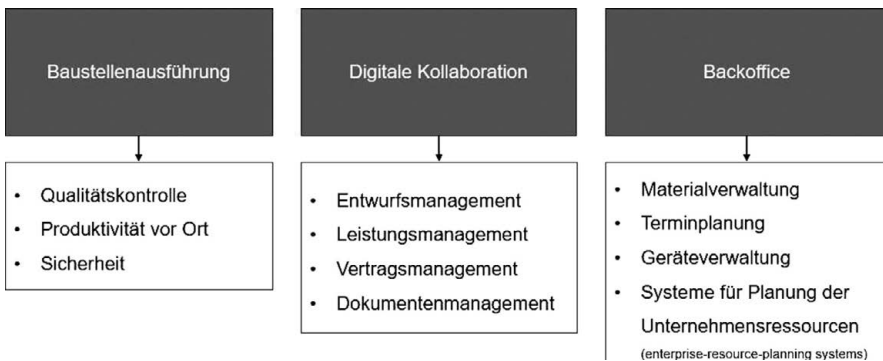


Abb. 9: Hauptcluster für BIM-Methode und KI-Anwendung in der Baubranche⁴⁶

Die Projektbeteiligten, darunter Architekten, Ingenieure und Poliere, sind zahlreicher und weitläufiger verortet als in den meisten anderen Branchen. Aufgrund dessen hat die digitale Kollaboration eine besondere Bedeutung. Eine scheinbar geringfügige Planungsmodifikation oder Änderung der Materialbestellung können die Terminplanung oder die Kosten beeinflussen, wenn sie zu spät angekündigt werden. Die fortlaufende Aktualisierung der Modell- bzw. Projektdaten

⁴⁵ in Anlehnung an McKinsey&Company, Abb. „Artificial intelligence and example business applications“.

⁴⁶ in Anlehnung an McKinsey&Company, Abb. „Technology offerings for the construction phase primarily address use cases in three main clusters“.

gewährleistet eine solide Grundlage für die Entscheidungsfindung.

Die Informationen über Personal und Geräte vor Ort unterstützen die Baustellenplanung. Bei Bedarf können die Fachkräfte und Maschinen ausgetauscht oder ergänzt werden. Die automatisierte Sammlung von solchen Projektdaten dient der späteren Prognose des Bauablaufs. Die Angaben über Vertragsbedingungen, Informationen über die Kommunikation mit Kunden und die Datenbank der Auftragnehmer unterstützen bei den Neuverhandlungen und in laufenden Projekten (z.B. Aktualisieren der Checklisten zur Einhaltung von Verträgen).

Die Möglichkeiten der automatisierten Dokumentenverwaltung kann durch KI erweitert werden. Das automatisierte Generieren und Hochladen der Dokumente (z.B. Mängellisten, Lieferscheine), die Verfolgung der Dokumentenänderungen und das Festhalten aller Entscheidungen über ihre Inhalte sowie die Sortierung in der Datenbank mittels Texterkennung sind heutzutage in manchen Unternehmen bereits umgesetzt worden.

Das Backoffice liefert die Informationen über die Finanz-, Personalressourcen und die vorhandenen Geräte, welche für jede Projektabwicklung relevant sind. Der Zugriff zu den Daten und deren Analyse ermöglicht z.B. einem Generalunternehmer zu sehen, welche Änderungsaufträge der Auftraggeber genehmigt hat und für welche erbrachten Leistungen keine Zahlungen angekommen sind.

Die gegenwärtig denkbaren KI-Anwendungsfälle sind nach Baueinsatzbereich in der folgenden Tabelle zusammengefasst (s. Tab. 1). Bemerkenswert ist, dass viele Erfahrungen mit KI aus den anderen Branchen auf das Bauwesen übertragbar sind. Die Projekt-, Termin- und Kostenplanung sowie zeitnahe Kollisionsprüfung auf Grundlage von den mit KI ausgewerteten Daten ist im Grunde genommen nichts anderes als die Erkennung und Diagnose von Krankheiten in der Medizin. Die Behandlungsalternativen mit klinisch demografischen Daten und der Krankengeschichte jedes einzelnen Patienten können mit Ausführungsvarianten eines Bauprojektes mit baurelevanten Daten über örtliche Ressourcen, Materialien und Fachkräften verglichen werden. Die dafür benötigten Algorithmen sind zweifellos neu zu schreiben. Die Frage ist, ob sie sich im Kern stark unterscheiden.

Die Datenauswertung und die Simulation von Alternativszenarien stellen Entscheidungsvorlagen bereit, mithilfe derer die Projektrisiken minimiert und die Konstruierbarkeit und Belastbarkeit geprüft werden können. Die Simulation verschiedener Materialien und der Ausfallzeiten bestimmter Strukturen ermöglicht die Anzahl von Inspektionen des Bauwerks zu reduzieren und das Gebäude während des Betriebs effektiv zu nutzen.

Für die Baustellenplanung wird ML (insbesondere überwachtes Lernen) zusammen mit zunehmender Standardisierung und Vorfertigung hilfreich sein. Die verbesserte Koordination der Lieferkette, Materialbeschaffung und Baustellenlogistik wird eine erhebliche Bedeutung für die Kontrolle sowie Baustellen- als auch Projektkosten haben.

Planung des Bauwerks

Modellierungsprozess	Erfassung des Bestandes
(teil-) automatisierte Modellierung der neuen Bauteile, intelligente Bauteilkataloge	(teil-) automatisiertes Extrahieren der geometrischen Daten aus der Punktwolke
Tragwerksplanung	Entwurfsplanung
Entwerfen der unikaligen Tragwerkstruktur, Simulation des Tragverhaltens, Nachbildung der Natur	intelligente Analyse der Kollisionsstellen, Kontrolle anhand vorheriger Erfahrungen
Ausführungsplanung	4D und 5D Planung
digitales Modell auf der Baustelle, kontinuierlicher Vergleich des Soll-Ist-Zustands und Anpassung des digitalen Modells (As-Built-Modell)	Vorhersage über Zeit- und Kostenaufwand, Simulation des Baustellenablaufs, Optimierung des Angebotes/der Kalkulation

Industrielle Vorfertigung

Fertigteilproduktion	Logistik
Übertragung der Vor-Ort-Prozesse ins Fertigteilwerk	Just-in-time-Produktion und Lieferung von Materialien und vorgefertigten Bauteilen
Robotik	Bausysteme
komplette Automatisierung des Fertigungsprozesses, Roboter auf der Baustelle	Fassaden-, Türen, Fenstersysteme, bestimmte Formen, Wohnungseinheiten u.a.

Können Bauingenieure und Bauingenieurinnen durch künstliche Intelligenz ersetzt werden ?

Planung auf der Baustelle

Aufgabenmanagement intelligente Assistenz für Priorisierung und Erfassung der zu bearbeitenden Aufgaben, personalisierte Aufgabenverteilung für die bessere Produktivität	Qualitätskontrolle Aufrufen des richtigen Planausschnitts des digitalen Modells bei der Baustellenbesichtigung, Aktualisierung und Rückverfolgung der Mängel
Dokumentation (teil-) automatisierte Protokollierung der Mängel, Zuordnung zum Modell der Problemstellen, Aktualisierung und Freigabe der Information	Sicherheit Verfolgung und Meldung von Sicherheitsvorfällen auf der Baustelle, on-line Ratgeber für die Mitarbeiter über Sicherheitsverhalten/-warnungen
Ausführung Up-date des digitalen Modells und (teil-) automatisierte Markierungen, Bemerkungen und Kommentare	Bauablauf digitale Abbildung der Baustelle on-time, Zulieferung der erforderlichen Ausführungspläne und Terminplanung für jeden Bauarbeiter
Materialbeschaffung Prognose für Materialzustellung, Verfolgung und Just-in-time-Lieferung von benötigten Baustoffen und Geräten	Abrechnung (teil-) automatisierte Meldung der Leistungs- und Rechnungsmengen, Aktualisierung des Soll-Ist-Modells

Projektmanagement

Wettbewerb Analyse eigener Projekte und der Konkurrenz, intelligente Selektierung für das Projektteam	Vertragsmanagement Checkliste für die Einhaltung von Verträgen, Aktualisierung der Datensätze für alle Projektbeteiligte bezüglich der Vertragsbedingungen, Verfolgung der Zahlungsabwicklung
Datenbank intelligente Objekt-, Bild- und Texterkennung sowie automatische Zuordnung und Speichern der Projektinformation	Facility Management Überwachung der Konstruktion und Gebäudetechnik, ggf. Anlagentechnik, Erfassung des Bestandes

3 PLANUNG DES BAUWERKS

Der digitale Modellierungsprozess – wesentlicher Teil der Planung eines Bauwerks – kann durch den Einsatz von ML unterstützt werden. Die Bauteilkataloge (bzw. Bauteilfamilien), die in der CAD-Software vorliegen, sind kontinuierlich mit den neuen Angaben „zu füttern“. Es wäre sinnvoll, diese Bauteilkataloge dynamisch zu gestalten und solche Informationen, die für die Ausführungsplanung relevant sind (herstellerbezogene Attribute wie Dicke, Material, Förderhöhe usw. oder betriebsbezogene Attribute wie Wartungsräume oder Kennlinien) (teil-)automatisch auswählbar zu machen. Die Vorschläge dazu werden durch die Analyse der möglichen Lieferanten vor Ort bereitgestellt.

Die Preisangaben und Lieferzeiten können durch einen ggf. genehmigten Zugriff von den Web-Seiten der Bauunternehmen beim Kalkulationsprozess abgefragt werden. Hierbei sollte der Vorgang nach demselben Muster wie bei der Google-Suche nach einem guten Restaurant in der Nähe funktionieren.

Die Probleme beim Modellieren erscheinen häufig an den Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Bauteilen. Die Halbfertigteilelemente und deren Anschlüsse sollen bspw. entweder als zweischalige Elemente dargestellt und jede Schale separat modelliert oder nachträglich mit 2D-Linien an den Anschlussstellen gezeichnet werden. So wäre es möglich, eine Auswahl von Verbindungsmitteln und Anschlüssen im CAD-Programm zu haben und durch ML immer bessere Vorschläge zu bekommen.

Das Modellieren des Bestandes, besonders für komplexe Projekte, stellt einen zeitaufwändigen Prozess dar. Die Forschung versucht heutzutage einen höheren Automatisierungsgrad beim Extrahieren der geometrischen Daten aus den Punktwolken zu erreichen.⁴⁷ Dabei ist es notwendig, die schon vorhandenen Algorithmen durch weitere modellbasierte Informationen zu erweitern (z.B. Größe, Position, Richtung, Topologie und Nachbarschaftsbeziehungen von bestimmten Objekten). Diese Eigenschaften werden als ein semantisches Netz (Ontologie) ausgebildet und haben ihre Herkunft in einem vorhandenen 3D-Modell.⁴⁸

Für die Klassifizierung und Modellierung der Objekte wird ein Entscheidungsbaum (s. Abb. 10) aufgebaut, der anhand der daten- und modellbasierten Attribute bestimmte Regeln hierarchisch durchläuft. Hierbei wird ML eingesetzt, um definierte Objekte aus den Punktwolken aufzuschlüsseln.⁴⁹

47 vgl. Dirk Werner, Master-Thesis, „Prozess der Bestandsmodellierung mit der Methode „Building Information Modeling (BIM)“ anhand eines Praxisbeispiels, 2019, S. 5-72 – 5-75.

48 vgl. Andreas Marbs et al., Wissensbasierte Objekterkennung in 3D-Punktwolken und Bildern, 2018.

49 vgl. Sören Loges, Jörg Blankenbach, Von der texturierten Punktwolke zum As-built BIM, 2016, S. 30-31.

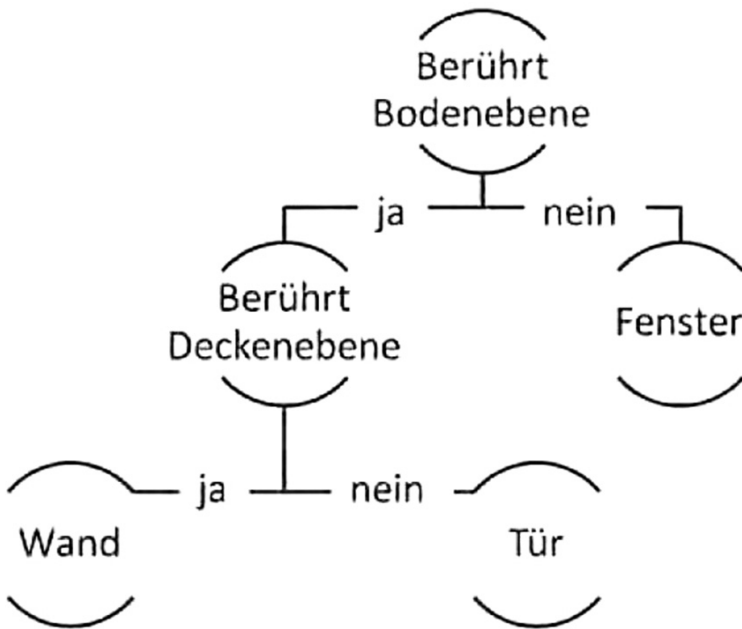


Abb. 10: Vereinfachter Aufbau eines Entscheidungsbaums⁵⁰

In Abb. 11 ist ein KNN zur Klassifizierung von Bauteilen visualisiert, bei dem die Objekteigenschaften von der Eingabeschicht in die verdeckte Schicht übertragen werden. Dort verarbeitet das Netz die Informationen anhand der in den einzelnen Knoten hinterlegten Algorithmen, sodass in der Ausgabeschicht die Objekte in die richtige Bauteilobjektklasse einsortiert werden. Nach ausreichendem Training des Systems sollte die Zuverlässigkeit der Zuordnung und Effizienz des automatischen Modellierens steigen.

ML kann bei der Entwicklung von neuen Tragwerksstrukturen mitwirken. Durch das Erlernen der Naturgesetze und Erwerben des menschlichen Fachwissens kann es mit KI das Tragverhalten der Konstruktion simulieren und nach einer optimalen Lösung suchen. Die KI-Auswertung der Kollisionsstellen zwischen verschiedenen Fachmodellen unterstützt somit die Ingenieurentscheidungen bei der Entwurfsplanung.

⁵⁰ s. Sören Loges, Jörg Blankenbach, Von der texturierten Punktwolke zum As-built BIM, 2016, S. 30.

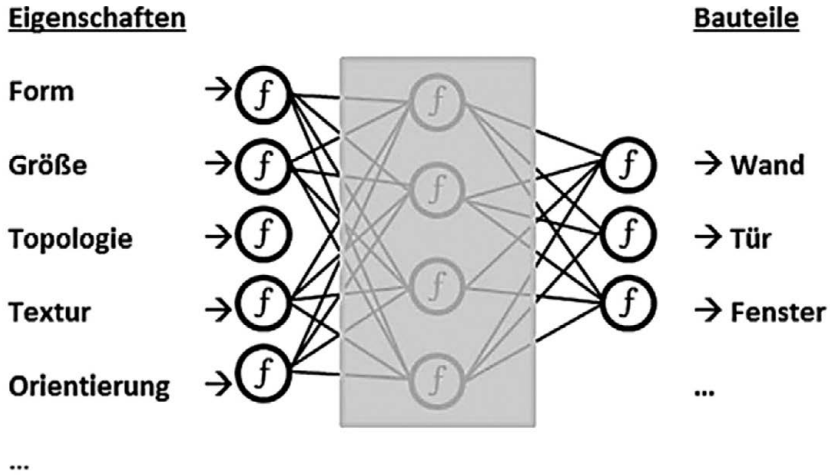


Abb. 11: Künstliche neuronale Netze zur Klassifizierung von Bauteilen⁵¹

Die Unternehmensdatenbanken mit Angaben zu Materialien, Fachkräften und Ressourcen sollten als Trainingsdaten für KI dienen, um die Ausführungsplanung zu verbessern. Das Berechnungsergebnis des KNN sind die möglichen Bauabläufe, also Kombinationen zwischen Zeit- und Kostenbedarf bei einem konkreten Bauprojekt. Solche Vorhersagen über Zeit- und Kostenaufwand stellen eine Entscheidungsvorlage für den Projektleiter dar. Auf gleiche Art und Weise kann die Simulation der Baustellenlogistik mit der entsprechenden Analyse stattfinden. An diesen KI-Anwendungsfällen wird aktuell bei RIB Software SE intensiv gearbeitet (iTWO 4.0).⁵²

4 INDUSTRIELLE VORFERTIGUNG, MONTAGE UND STEUERUNG DER BAUSTELLE

Je mehr Prozesse von der Baustelle ins Fertigteilwerk übertragen werden, desto geringer kann der Zeitaufwand vor Ort sein. Durch die Just-in-time-Lieferung der vorgefertigten Bauteile wird die Wartezeit zwischen Montagevorgängen minimiert. Die von KI gesteuerte Bauteilproduktion ermöglicht den Robotereinsatz im Fertigungsprozess. Die größte Problematik bei der Robotik ist die Empfindlichkeit gegen Wetterbedingungen, aufgrund dessen kommen sie oft nur bei der Indust-

⁵¹ s. Sören Loges, Jörg Blankenbach, Von der texturierten Punktwolke zum As-built BIM, 2016, S. 31.

⁵² RIB Software SE: www.rib-software.com.

rieproduktion zum Einsatz. Eine der kreativsten Lösungen bei der Verwendung des Bauroboters vor Ort wurde vom Exzellenzcluster „Integratives computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur“ an der Universität Stuttgart⁵³ beim Bauen des Pavillons neben dem Victoria and Albert Museum in London umgesetzt. Der Roboter hat in einer wettergeschützten Kapsel die einzelnen Bauteile der Versammlungsstätte produziert (s. Abb. 12). Während der aktiven Nutzung wurde der Pavillon so weitergebaut wie es den Bedürfnissen der Besucher entsprach. Das konstruktive Modellieren und Entwerfen des Bauobjekts wurde computerbasiert durchgeführt, was die Grunddaten für die Roboterarbeit lieferte.

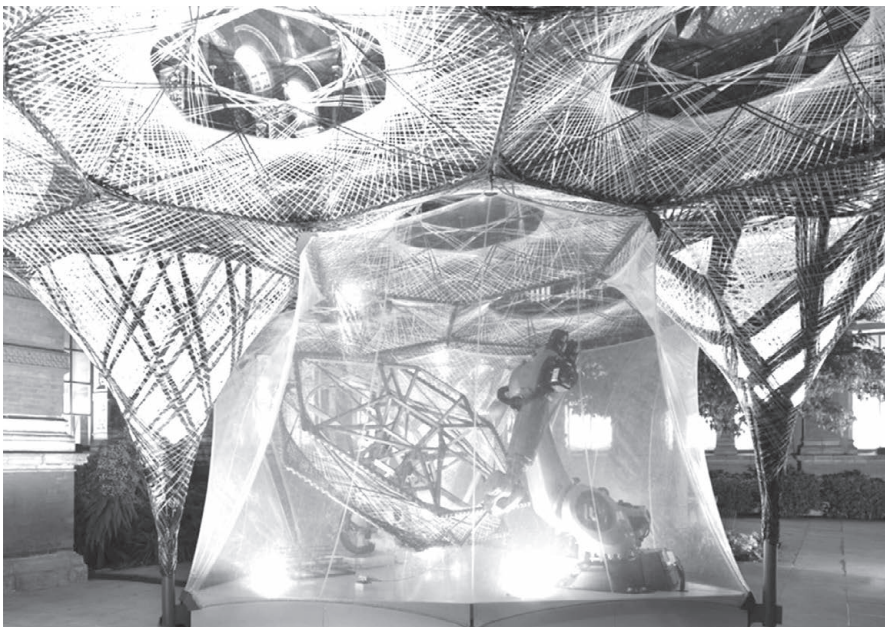


Abb. 12: Elytra Filament Pavilion, Victoria and Albert Museum, London⁵⁴

Bei der industriellen Vorfertigung eines Gebäudes bewirkt die Verwendung von fertigen Bausystemen einen Zeitgewinn auf der Baustelle. Eine der Innovationen im Elementbau kommt bspw. von der Firma „Rötzer“, die mit Bausystemen aus Ziegeln arbeitet (s. Abb. 13). Bemerkenswert sind auch die selbst aufklappenden Häuser von der Firma „Ten Fold Engineering“⁵⁵ (Baustellenzeit ca. 10 Minuten) und Bauwerke aus dem 3D-Drucker von dem Startup „Apis Cor“⁵⁶.

53 ICD - Institute for Computational Design and Construction for Architecture: <https://icd.uni-stuttgart.de>.

54 Roland Halbe, <https://icd.uni-stuttgart.de/?p=16443>, 2016.

55 <https://www.tenfoldengineering.com>.

56 Robotic in construction: <https://www.apis-cor.com>.

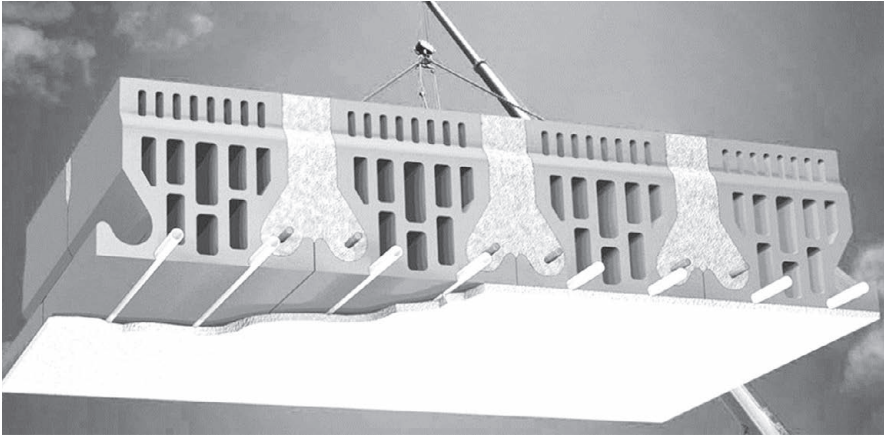


Abb. 13: Ziegel-Klima-Decke von Rötzer⁵⁷

Der KI-Einsatz auf der Baustelle ist durch die Nutzung von solchen Tools möglich, die u.a. den Zugang zum BIM-Modell, verschiedenen unternehmens- und projektbezogenen Daten, Termin- und Ablaufplänen haben. Eine intelligente Assistenz mit der Aufgabenerfassung, Qualitäts- und Sicherheitskontrolle und (teil-)automatisierten Baustellendokumentation ist zukünftig mithilfe lernender Systeme denkbar.

Eines der Entwicklungsbeispiele in diesem Gebiet ist McTWO – virtueller Assistent von RIB Software SE.⁵⁸ Die sprachgesteuerte KI-Anwendung kann auf die Projektdaten zugreifen, um die Fragen des Bauleiters zügig zu beantworten. Der Baustellenhelm vom Unternehmen „Trimble“ – Trimble XR10 mit Microsoft HoloLens 2⁵⁹ – wird die Arbeit vor Ort mit den digitalen 3D-Modellinhalten (basierend auf Mixed Reality) ermöglichen.

Für die Sicherheitskontrolle auf der Baustelle bietet bereits die Firma „Smartvid.io“ heutzutage eine branchenspezifische KI-basierte Plattform namens VINNIE.⁶⁰ Sie verfügt über die Funktionen der Gesichtserkennung und kann innerhalb von zehn Minuten ca. eintausend Fotos auswerten. Beim Fotoscannen wird die Anwesenheit der Bauarbeiter festgestellt und abschließend werden zwei Sicherheitspunkte geprüft. Es handelt sich um das Vorhandensein der Schutzhelme und der Sicherheitswesten, was das Unfallrisiko deutlich beeinflusst.

⁵⁷ <https://www.roetzerziegelhaus.de/blog/energie-sparen-mit-roetzer>.

⁵⁸ www.rib-software.com/news-termini/software-news/details/group/investor-relations/news/details/2018/die-erste-kuenstliche-intelligenz-des-bauwesens-wird-auf-der-6-itwo-world-conference-der-rib-vorgestellt/.

⁵⁹ <https://mixedreality.trimble.com/>.

⁶⁰ VINNIE – Very Intelligent Neural Network for Insight and Evaluation: www.smartvid.io/machine-learning-construction-safety-case-study.

Was die Qualitätskontrolle betrifft, können KNN bspw. Drohnenaufnahmen auswerten, um Baumängel mit vorhandenem Bildmaterial abzugleichen. Dies erhöht die Qualität der Bauausführung und bringt Mehrwerte für die Dokumentation der Baustelle.

5 KULTURELLE UNTERSCHIEDE

Je nachdem, in welchem Land der Bauprozess stattfindet, gibt es Unterschiede in der Baukultur und Interaktion zwischen den Projektbeteiligten. Diese Abweichungen werden u.a. durch die Sprachkommunikation und örtliche Umgebung beeinflusst. Es ist daraus ersichtlich, dass die Sprachassistenten für die Baubranche nicht übertragbar sind und ein KI-basiertes System für ein bestimmtes Land mit globalen als auch mit lokal spezifischen Trainingsdaten trainiert werden muss. Die reine Erkennung einer Sprache stellt heutzutage kein großes Problem für ein ML-System im Vergleich zur richtigen Interpretation der Fragestellungen und Nuancen der menschlichen Sprache dar. Besonders schwierig ist es für eine Sprachassistent Redundanzen zu erkennen. Das Wort „Bewehrung“ sollte vom Sprachassistent abhängig vom Kontext entweder als „Armierung“ (Bautechnik) oder als „äußere Ummantelung eines Kabels“ (Elektronik) verstanden werden. Hierbei muss auch der Benutzer korrekt mit dem System interagieren.

Durch den Globalisierungsprozess werden alle Daten in der digitalen Welt miteinander verbunden. Die internationale Vernetzung sollte zur freien Wissens- teilung führen und damit die Arbeitskultur verändern. Dabei sind die kulturellen Unterschiede zwischen den Ländern zu beachten, was wieder zu den Themen Sprachassistent, regionale Spezifik der Bauabläufe, Baukonstruktionen und örtlichen Materialien führt. Sämtliche Gewerke, Objekttypen und Bauleistungen können unter dem weltumfassenden Dach von KI erfasst und durch die Prismen der Landeskulturen in diversen Ländern wiedergespiegelt werden (s. Abb. 14). KI stellt dabei eine Verbindungsbrücke zwischen den digitalen Welten der verschiedenen Regionen dar.

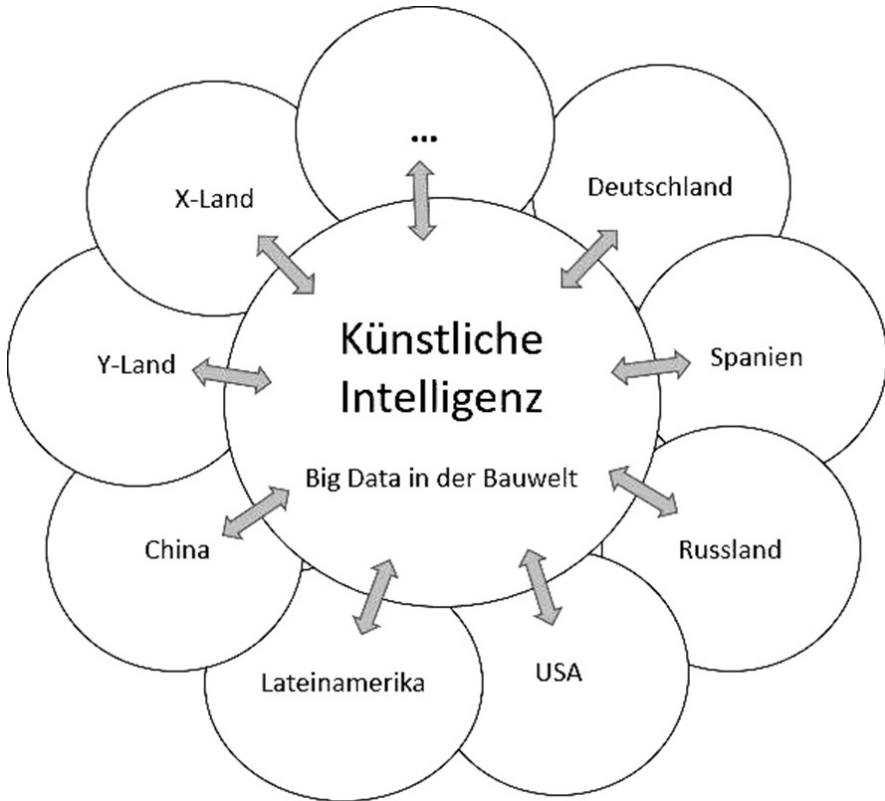


Abb. 14: Big Data in der digitalen Bauwelt⁶¹

6 ZUSAMMENFASSUNG

Der Hauptunterschied zwischen menschlichem und maschinellem Lernen bspw. im Bereich der Bildverarbeitung und Objekterkennung besteht darin, dass ein Mensch nur wenige ausgewählte Abbildungen oder Gegenstände benötigt, um zu lernen, ähnliche Bilder und Objekte wiederzuerkennen. Die Maschine braucht dagegen Millionen von Trainingsdaten, um denselben Effekt zu erreichen und trotzdem ist das Ergebnis zu überprüfen (s. Abb. 15). Der Grund liegt darin, dass ein Neuron in einem KNN nur in einer vereinfachten Version als mathematische Funktion dargestellt wird.⁶² Darüber hinaus kann ein KNN bisher nur einen kleinen Teil der Funktionalität des menschlichen Gehirns nachbilden.

⁶¹ eigene Darstellung.

⁶² vgl. Tobias Rettenmeier, Bachelor-Thesis „Erzeugung neuronaler Netze zur Bilderkennung mit einem genetischen Algorithmus“, 2018, S. 7.

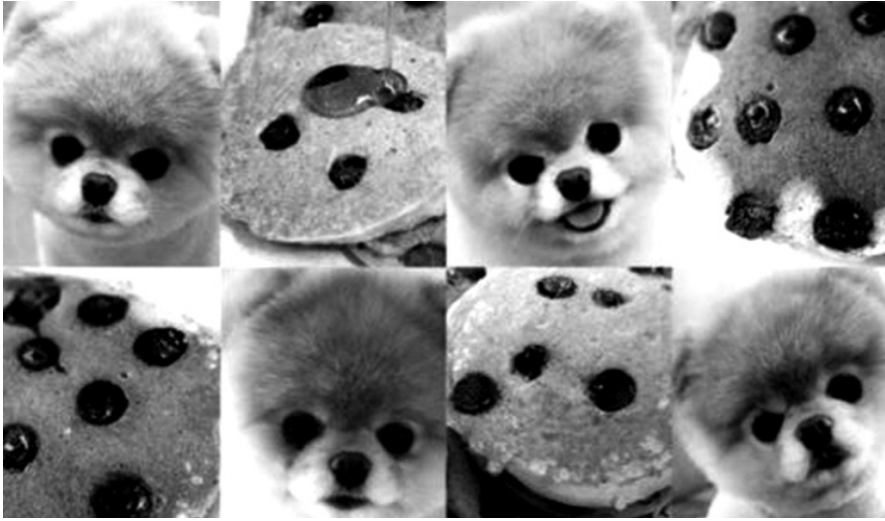


Abb. 15: Fehlererkennung der KI "Hund oder Pfannkuchen?"⁶³

Nichtdestotrotz können die ständig wiederkehrenden Prozesse und Routinearbeiten viel effizienter mithilfe neuer Technologien ausgeführt werden. Sämtliche Arbeitsabläufe, die Wiederholungen von gleichen Operationen erfordern, können automatisiert und durch den Maschineneinsatz für den Menschen vereinfacht werden.

Der Umgang mit Ausnahmen und außerordentlichen Situation wird für KI eine große Herausforderung, die in der näheren Zukunft kaum zu bewältigen ist. Dennoch braucht sich die Menschheit nicht das Ziel zu setzen, schneller und effektiver als KI im Bereich wiederkehrender Prozesse zu bleiben. Diesen Wettbewerb hat die Maschine bereits gewonnen. Nach der Aussage von Anthony Goldbloom, Gründer des „Kaggle“ Unternehmens, wurden in den letzten Jahren erhebliche Durchbrüche auf dem Gebiet des ML erzielt.⁶⁴ Die Community hat bspw. einen Algorithmus entwickelt, der High-School-Essays bewerten kann. Die siegreichen Algorithmen waren in der Lage, den Noten menschlicher Lehrer zu entsprechen. Eine andere anspruchsvolle Aufgabe war die Erstellung von Augenbildern und Bestimmung einer Augenerkrankung (diabetische Retinopathie) anhand dieser Fotos. Hierbei konnten die erfolgreichen Algorithmen mit den Diagnosen der menschlichen Augenärzte mithalten. Bemerkenswert ist, dass ein Lehrer während seiner vierzigjährigen Karriere ungefähr 10.000 Aufsätze prüfen und ein Oph-

63 Dr. Julia Shaw, Twitter-Diskussion [12.07.2017].

64 Online Community für Datenbankwissenschaftler und Forscher im Bereich der künstlichen Intelligenz von Google LLC.

thalmologe circa 50.000 Augenpaare diagnostizieren kann. Eine Maschine kann innerhalb von Minuten Millionen von Essays lesen oder Millionen von Augen analysieren.

Allerdings gibt es Aufgaben, die für Maschinen bisher nicht zu bewältigen sind oder in denen sie bis jetzt nur sehr geringe Fortschritte erzielt haben. Die grundsätzlichen Rahmenbedingungen für ML bestehen darin, dass es ausschließlich anhand von großen Mengen historischer Daten lernen kann. Die Menschen haben im Gegensatz dazu die Fähigkeit, scheinbar unzusammenhängende Prozesse zu verknüpfen, um noch nie dagewesene Probleme zu lösen. Die Suche nach kreativen Lösungen, individuellen Herangehensweisen, das Treffen von Entscheidungen in den außergewöhnlichen Situationen erfordert ausschließlich menschliche und keine künstliche Intelligenz. Dies schränkt den Einsatzbereich für die zu automatisierenden Aufgaben grundlegend ein.

Eine KI kann Bauingenieur und Bauingenierinnen nicht ersetzen, aber eine erhebliche Unterstützung beim Arbeiten leisten. Nach den Angaben des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung⁶⁵ ist die Automatisierbarkeit in diesem Beruf als niedrig einzustufen, da weniger als 30 % der Tätigkeiten durch Roboter erledigt werden können. Die folgenden Arbeitsabläufe sind von der „Bundesagentur für Arbeit“ zu nicht ersetzbaren beruflichen Tätigkeiten eingeordnet worden: Arbeitsvorbereitung, Bauleitung, Bauabnahme, Bauphysik, Baustoffkunde und -technologie, Betonbau, Baubetrieb, Baukonstruktion, Baustatik, Konstruktiver Ingenieurbau, Betontechnologie, Bauüberwachung (Objektüberwachung).

Die Ausschreibung, Vergabe, Leistungsbeschreibung und Kalkulation werden gemäß des zukünftigen Berufsprofils jedoch vollständig durch Roboter übernommen.

Alle Ingenieurarbeitsbereiche, bei denen die volle Automatisierung abgeschlossen ist, werden allerdings durch einen KI-Assistenten unterstützt, der auf Basis der gesammelten und in den Datenbanken gespeicherten relevanten Baudaten arbeitet. Die momentanen Rechnungs- und Auswertungsprozesse werden Bauingenieure und Bauingenierinnen fristgerecht eine aussagekräftige Entscheidungsvorlage zur Verfügung stellen. Die neue Herausforderung, die KI für die Fachspezialist und Fachspezialistinnen mit sich bringt, ist die ständige Pflege von digitalen Projektdaten und Erweiterung der KI-Erfahrung durch die Zugabe von neuen Informationen über Bauprozesse, Bauwerke, Konstruktionsarten, Kalkulationseinsätze, Materialien u.a., d.h. fortlaufendes Trainieren des Systems.

⁶⁵ <https://job-futuromat.iab.de/>.

Können Bauingenieure und Bauingenieurinnen durch künstliche Intelligenz ersetzt werden ?

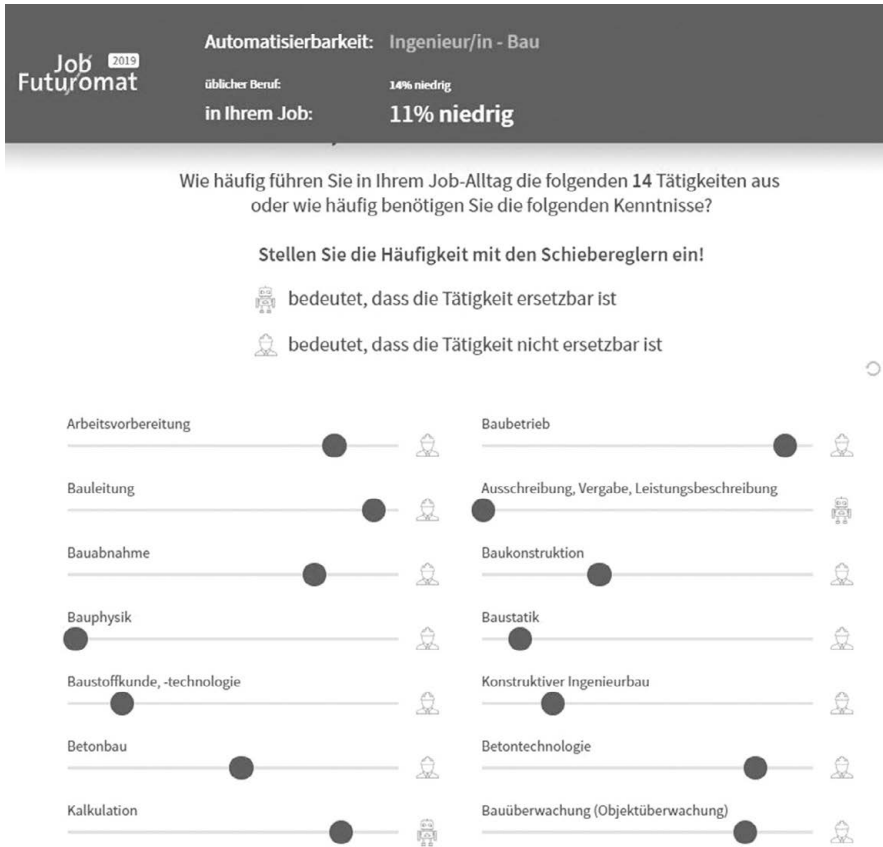


Abb. 16: Automatisierbarkeit in Abhängigkeit vom Arbeitsprofil (Beispieleinstellung)⁶⁶

In der Baubranche werden KI-basierte Systeme entscheidungsrelevante Ergebnisse generieren können. Diese sind jedoch von Bauingenieure und Bauingenieurinnen kritisch zu prüfen und als reine Unterstützung zu betrachten. Große Ziele für zukünftige intelligente Anwendungen sind eine möglichst flexible Kollaboration zwischen Menschen und KI-Assistenten und das Automatisieren von Entscheidungsprozessen, was eine hinreichende Nachvollziehbarkeit erfordert.

⁶⁶ <https://job-futuromat.iab.de/>.

7 QUELLEN

Aktionsplan „Digitale Schweiz“ - Umsetzungsmaßnahmen der Bundesverwaltung zur Erreichung der Ziele der Strategie „Digitale Schweiz“, Stand: 5. September 2018

Borrmann, André; König, Markus; Koch, Christian; Beetz, Jakob (2015) (Hrsg.): „Building Information Modeling. Technologische Grundlagen und industrielle Praxis“. Wiesbaden: Springer Vieweg (VDI-Buch)

BMBF, „Industrie 4.0: Innovationen für die Produktion von morgen“, Hrsg.: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF); 2015, www.bmbf.de

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung: <https://www.wissenschaftsjahr.de/2019>

BMVI, „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“, Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Berlin, 2015

BMWI – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: www.bmwi.de; Künstliche Intelligenz im Bauwesen: www.kimeetsbim.org [Zugriff August 2019]

CRB Standards für das Bauwesen: <https://www.crb.ch/Normen-Standards.html> [Zugriff August 2019]

DIN EN ISO 16739: 2013; Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement

Eastman, C.; Fischer, D.; Lafue, G.; Lividini, J.; Stoker, D. und Zessios, C. (1974): „An Outline of the Building Description System“; Hrsg.: Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University

„Empfehlungen zum Umgang mit BIM“ der KBOB (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren), Ad-hoc Arbeitsgruppe Digitales Bauen / BIM (Stand Januar 2018)

Firma „Apis-Cor“ – Robotik im Bauprozess: <https://www.apis-cor.com> [Zugriff August 2019]

Firma „Autodesk Inc.“ – US-amerikanisches Software-Unternehmen für digitales 2D- und 3D-Design: <https://www.autodesk.de/> [Zugriff August 2019]

Firma „McKinsey&Company“ – Unternehmens- und Strategieberatung: <https://www.mckinsey.com> [Zugriff August 2019]

Firma „PIKON International Consulting Group GmbH“ – weltweite SAP-Beratung & Software Entwicklung: <https://www.pikon.com/de> [Zugriff August 2019]

Firma „RIB Software SE“ – Softwareanbieter im Bereich der Enterprise-Resource-Planning-Lösungen für das Bauwesen: <https://www.rib-software.com> [Zugriff August 2019]

Firma „Rötzer“ – Bauunternehmen mit Schwerpunkt „Ziegelelementhaus“: <https://www.roetzerziegelhaus.de/blog/energie-sparen-mit-roetzer> [Zugriff August 2019]

Firma „SOFiSTiK AG“ – Softwarehersteller für Berechnung, Bemessung und Konstruktion bei Bauprojekten: <https://www.sofistik.de/> [Zugriff August 2019]

Firma „Smartvid.io“ mit VINNIE – Very Intelligent Neural Network for Insight and Evaluation: <https://www.smartvid.io/machine-learning-construction-safety-case-study> [Zugriff August 2019]

Firma „Trimble“ – Hersteller geodätischer Messinstrumente einer der führenden Anbieter von hochpräziser GNSS-Technik: <https://www.trimble.com/> [Zugriff August 2019]

Firma „Ten Fold Engineering“: <https://www.tenfoldengineering.com> [Zugriff August 2019]

Fraunhofer-Institut (2018): „Maschinelles Lernen: eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendung“, Hrsg.: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure in der Fassung vom 10.07.2013, in Kraft getreten am 17.07.2013.

ICD – Institute for Computational Design and Construction for Architecture: <https://icd.uni-stuttgart> [Zugriff August 2019]

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Projekt „Könnte ein Roboter meinen Job erledigen?“: <https://job-futuromat.iab.de/> [Zugriff August 2019]

Loges, Sören; Blankenbach, Jörg (2016): „Von der texturierten Punktwolke zum As-built BIM“. In: Terrestrisches Laserscanning 2016 (TLS 2016). Beiträge zum 154. DVW-Seminar am 28. und 29. November 2016 in Fulda. Unter Mitarbeit von Christoph Holst. Augsburg: Wißner-Verlag (Schriftenreihe des DVW, Band 85)

Masterplan Bauen 4.0; 2. Zukunftsforum: BERLIN – Zweiter BIM-„Gipfel“ zur Digitalisierung des Bauens im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) am 24. Januar 2017: <http://planen-bauen40.de/2-zukunftsforum/> [Zugriff August 2019]

Marbs, Andreas; Boochs, Frank; Ben Hmida, Hemi; Quoc Truong, Hung (2018): „Wissensbasierte Objekterkennung in 3D-Punktwolken und Bildern“. Hrsg. v. i3mainz. Institut für Raumbezogene Informations- und Messtechnik. Online verfügbar unter <https://i3mainz.hs-mainz.de/de/projekte/wissensbasierte-detektion-vonobjekten-punktwolken-f%C3%BCr-anwendungen-im-ingenieurbereich> [Zugriff Dezember 2018]

Maier, C. (2015): „Grundzüge einer open BIM Methodik für die Schweiz“; Online verfügbar unter <https://www.ebp.ch/sites/default/files/unterthema/uploads/ki-leitfaden-open-bim.pdf> [Zugriff August 2019]

ÖNORM A 6241, Digitale Bauwerksdokumentation, Ausgabe: 2015-07-01

Preuss, Peter (2019): Stuttgarter Gespräch: „Big Data und Maschine Learning“

planen-bauen 4.0 - Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betreibens: <http://www.planen-bauen40.de> [Zugriff August 2019]

Prinz, T.; Seitz, G. (2016): „BIM für Architekten: 100 Fragen - 100 Antworten“; Hrsg.: Bundesarchitektenkammer - BAK; Verlag: BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH

Rettenmeier, Tobias (2018), Bachelor-Thesis „Erzeugung neuronaler Netze zur Bilderkennung mit einem genetischen Algorithmus“, FOM Hochschule für Oekonomie & Management, Hochschulzentrum Stuttgart (2018-11-08)

Samuel, A. L. (1959): „Some studies in machine learning using the game of checkers“. IBM Journal of research and development, 3(3), 210-229

SIA 2051 (2017), „Building Information Modelling (BIM) - Grundlagen zur Anwendung der BIM-Methode“, Hrsg: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Schank, R.C. und Childers, P.G. (1986): „Die Zukunft der künstlichen Intelligenz. Chancen und Risiken.“ Übs. S. Mantschef. Köln: DuMont

Sesink, Werner (2012): „Menschliche und künstliche Intelligenz: der kleine Unterschied“, Neuauflage der Print-Fassung Stuttgart 1993

Steinbuch, Karl (1970): „Läßt sich das Problem der Intelligenz kybernetisch bewältigen?“ In: Frank, Helmar (Hrsg.): Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften, Umschau Verlag, Frankfurt/Main

Werner, Dirk (2019), Master-Thesis, „Prozess der Bestandsmodellierung mit der Methode „Building Information Modeling (BIM)“ anhand eines Praxisbeispiels, Hochschule für Technik Stuttgart (2019-03-26)

Zöllner-Greer, Peter (2010): „Künstliche Intelligenz: Grundlagen und Anwendungen“, Verlag: Composita, 2. Auflage

Können Bauingenieure und Bauingenieurinnen durch künstliche Intelligenz ersetzt werden ?

Koordination der Planungsbeteiligten - eine weiterhin vernachlässigte Disziplin

Dr. Christian Felix Fischer

ARNECKE SIBETH DABELSTEIN

Nach den praktischen Erfahrungen des Autors sind die fehlende Kenntnis über den Umfang und die Grenzen der Koordinierungspflichten der einzelnen Projektbeteiligten bezüglich der Planung und Planungsbeteiligten, angefangen beim Bauherrn bis hin zum einzelnen Fachplaner, und deren weiterhin stiefmütterlichen Behandlung in den Verträgen einschließlich deren Leistungsbilder sehr häufig Ursache für unerledigte Schnittstellen in der Planung.

Zwar wurde in die Leistungsbilder der HOAI 2013 vielfach ausdrücklich die „Koordination“ von Planungs- und Bauleistungen als Pflichten der Planer aufgenommen. Dies führt jedoch nicht dazu, was jedoch ein in der Praxis weit verbreiteter Irrglaube ist, dass sich der Bauherr von nun an um nichts mehr kümmern muss, wenn er einen Objektplaner eingeschaltet hat. Hinzu kommt, dass der Inhalt der Koordinationsleistungen nicht näher bestimmt wurde.¹ Werden unerledigte Schnittstellen in der Planung erst in der Phase der Bauausführung entdeckt – wie im Regelfall – führen diese wiederum zu Verzögerungen und zahlreichen Nachträgen der ausführenden Unternehmen mit nicht kalkulierten Mehrkosten auf Seiten des Bauherrn. Durch die sich hier meist anschließende Diskussion um Verantwortlichkeiten werden nicht nur Planungsprozesse und der Projektfortschritt sehr häufig gelähmt, sondern führen diese zudem zu Misstrauen der Projektbeteiligten, das zu Protektionismus führt, und nicht selten zu einer gereizten bis konfrontativen Projektkommunikation. Im schlimmsten Fall arbeiten der Bauherr und die an der Planung fachlich Beteiligten fortan gegeneinander, anstatt das gemeinsame Projektziel, eine optimale, in sich schlüssige und funktionierende Planung entsprechend den vorgetragenen Anforderungen für das jeweilige Bauvorhaben im Blick zu behalten.

Die richtige Projektorganisation, eine klare Verteilung der Aufgaben und eine Definition der erforderlichen Beiträge der Projektbeteiligten, ist somit ein wesentlicher Beitrag für den Erfolg eines Projektes. Gerade die zunehmende Komplexität der Bauvorhaben und der Planungs- und Ausführungstechniken wie Building Information Modeling (BIM) oder Lean Planning and Construction sowie die Spezialisie-

¹ Auch der amtlichen Begründung zur neuen HOAI oder dem sog. Lechner-Gutachten „*Evaluierung der HOAI und Aktualisierung der Leistungsbilder*“ sind entsprechende Ausführungen hierzu nicht zu entnehmen.

rung der Planungsbeteiligten erfordern eine immer intensivere und kooperativere Zusammenarbeit, deren Pflichten, Umfänge und Grenzen vertraglich ausführlicher geregelt werden und bekannt sein müssen. Ziel dieses Beitrags ist es daher, auch unter Berücksichtigung von BIM und Lean, nochmals die Projektbeteiligten für die sie treffenden eigenen Koordinationspflichten zu sensibilisieren, um vertraglich sauberere Lösungen und einen reibungsfreieren Planungs- und Bauprozess zu ermöglichen.

1 BEGRIFFSBESTIMMUNG DER KOORDINATION

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird unter Koordination das gegenseitige Abstimmen mehrerer, verschiedener Dinge, Faktoren oder Vorgänge² oder das „Organisieren und Aufeinanderabstimmen verschiedener gleichzeitiger oder nacheinander ablaufender und voneinander abhängiger Vorgänge oder Handlungen“³ verstanden. Bezogen auf die Bauplanung wird in der Fachliteratur die Koordination als grundsätzlich prozessorientiert und auf das Zusammenwirken der in der Regel zahlreichen Projektbeteiligten in der Bauplanung und Bauausführung ausgerichtete Tätigkeit interpretiert.⁴ Hierbei soll die auf der Basis der ersten Architektenlayouts erarbeiteten Beiträge der anderen an der Planung fachlich Beteiligten wieder in die Architektenlayouts zurückübertragen werden.⁵ Die Koordination ist nach der Begriffsbestimmung bezogen auf den Gegenstand oder das Ergebnis, welches als Endprodukt entstehen soll, als ganzheitliche Aufgabe zu verstehen, und stellt somit eine sehr weitreichende Pflicht dar.

² Duden, Das Fremdwörterbuch, 10. Auflage 2010

³ Langenscheidt, Online-Wörterbuch, Fremdwörterbuch, 2014

⁴ Kalusche, Koordination und Integration in der Bauplanung, Deutsche Bauzeitschrift, Heft 11, 1996, 177 f.; Locher/Koebler/Frik, Kommentar zur HOAI, 12. Auflage 2013, Einl. Rn. 415.

⁵ Lechner/Stifter, Kommentar zum Leistungsbild Architektur, 2. Auflage 2012, S. 52.ce-der-rib-vorgestellt/.

2 PFLICHT ZUR KOORDINATION IST PRIMÄR BAUHERRNAUFGABE

Wesentlich für das Verständnis der jeweiligen Koordinierungspflichten der anderen Projekt- vor allem aber Planungsbeteiligten ist die notwendige (Er-)Kenntnis, dass im Ausgangspunkt zunächst der Bauherr allein für die Organisation und Koordination der verschiedenen Planungsbeteiligten⁶ und ausführenden Unternehmen (vgl. § 4 Abs. 1 VOB/B)⁷ verantwortlich ist. Diese Koordinationspflicht des Bauherrn ist umfangreich zu verstehen und beinhaltet die vertragliche, technische, terminliche, quantitative und kostenmäßige Koordination des gesamten Projekts.⁸ Die Aufgaben des Bauherrn umfassen dabei die Gesamtheit der Führungs- und Managementaufgaben in allen Phasen eines Bauvorhabens und schließen auch Projektleitungs- und Projektsteuerungstätigkeiten mit ein, einschließlich der Koordinationspflichten bezüglich des im Rahmen des Projekts zur Entstehung zu bringenden Bauwerks. Zu den wesentlichen Aufgaben des Bauherrn gehören das Festlegen der Projektziele, das Aufstellen eines Organisations- und Terminplans für die Bauaufgabe, der rechtzeitige Abschluss von Verträgen, die Koordination und Steuerung der Projektbeteiligten, die Prüfung der Planungsergebnisse auf Einhaltung der Planungs- und sonstigen Projektvorgaben und die Sicherstellung der Finanzierung.⁹

Der Bauherr kann diese Aufgaben in Teilen delegieren in anderen Teilen nicht. Zu den nicht delegierbaren und damit beim Bauherrn verbleibenden Projektleitungsaufgaben gehören u.a. das Setzen der Projektziele, Treffen von Anordnungen und Entscheidungen, der Abschluss der Verträge, die oberste Kostenkontrolle,

⁶ BGH, Beschl. v. 31.07.2013 - VII ZR 59/12 (zur HOAI 1996); OLG Hamm, Ur. v. 09.06.1998 - 21 U 185/97 = BauR 2000, 1242 = IBR 1999, 18; OLG Düsseldorf, Ur. v. 30.08.1995 - 22 U 216/94 = BauR 1996, 593 = IBR 1996, 400.

⁷ OLG Köln, Ur. v. 04.02.1994 - 19 U 162/93 = BauR 1995, 243 = IBR 1995, 155.

⁸ Kalusche, a.a.O.

⁹ Kalusche, Deutsche Bauzeitschrift, Heft 11, 1996; Kalusche, Generalplanung, Bautechnik 76 1999, Heft 4, S. 296 ff. [details/2018/die-erste-kuenstliche-intelligenz-des-bauwesens-wird-auf-der-6-itwo-world-conference-der-rib-vorgestellt/](https://www.dzba.de/details/2018/die-erste-kuenstliche-intelligenz-des-bauwesens-wird-auf-der-6-itwo-world-conference-der-rib-vorgestellt/).

die rechtsgeschäftliche Abnahme von Leistungen sowie die Kontrolle der Einhaltung der Projektziele.¹⁰ Bei der Erfüllung der ihn treffenden vielfältigen und doch umfangreichen delegierbaren Aufgaben bedient sich der Bauherr nicht selten professioneller Dritter, zum Beispiel Projektsteuerer, Objektplaner und Fachplaner oder eines Generalplaners. Die Abgrenzung der Koordinierungsbereiche zwischen Bauherr, Objektplaner und Fachplaner ist zugestander Weise nicht ganz leicht und in der Regel einzelfallabhängig. Die Koordinierung der ausführenden Unternehmen übernimmt in der Regel der Objektplaner Gebäude (Architekt) als Erfüllungsgehilfe des Bauherrn.¹¹ Ihm, d.h. dem Architekten obliegt es, für einen technischen, wirtschaftlich-kostenmäßigen und in zeitlicher Hinsicht reibungslosen (Bau-)Ablauf Sorge zu tragen.¹² Fraglich ist aber vielfach, wer und in welchem Umfang die Koordination der an der Planung fachlich Beteiligten, insbesondere zwischen Objektplaner und Fachplaner übernimmt, die im Ausgangspunkt grundsätzlich den Bauherrn trifft.¹³ Um eine Klärung dieser Fragen im laufenden Projekt zu vermeiden, sollte deshalb stets am Anfang eines Projekts der Versuch unternommen werden, die „Verantwortungshüte“ sach- und fachgerecht zu verteilen. Die nachfolgende Darstellung der Grundzüge und Mindestanforderungen sollen dabei helfen.

3 KOORDINATIONSPFLICHTEN DES ARCHITEKTEN UND DER FACHPLANER

3.1 Bestimmung der Koordinationspflicht

Die einem (Objekt- oder Fach-)Planer obliegenden Koordinationspflichten bestimm-

¹⁰ Kalusche, a.a.O.

¹¹ Groß, Mitverschulden des Bauherrn bei nicht ausreichender Grundwassersicherheit, IBR 2000, 615.

¹² Hickl, Koordinierungspflicht des Bauherrn bei Absprache der Handwerker, IBR 1999, 18; OLG Frankfurt, UrT. v. 28.03.1990 - 17 U 159/88 = BauR 1991, 370 = IBR 1990, 607; Schulze-Hagen, Leistungsverzögerung des Architekten, IBR 1990, 607.

¹³ BGH, Beschl. v. 31.07.2013 - VII ZR 59/12 (zur HOAI 1996); OLG Hamm, UrT. v. 09.06.1998 - 21 U 185/97 = BauR 2000, 1242 = IBR 1999, 18; OLG Düsseldorf, UrT. v. 30.08.1995 - 22 U 216/94 = BauR 1996, 593 = IBR 1996, 400.

men sich in erster Linie danach, in welchem Umfang ihm die originär dem Bauherrn obliegenden Aufgaben vertraglich übertragen worden sind.¹⁴ Im Rahmen der Ermittlung der übernommenen Pflichten spielen die HOAI als Preisrecht sowie die häufig in Bezug genommenen Leistungsbilder zur Konkretisierung des Planungssolls zwar eine, aber nicht die allein ausschlaggebende Rolle.¹⁵ Insbesondere fallen Koordinationspflichten des Objektplaners und/oder der Fachplaner nicht nur dort an, wo das Leistungsbild den Begriff der Koordination oder Integration ausdrücklich verwendet¹⁶. Vielmehr können auch aus anderen Grundleistungen Koordinationspflichten abgeleitet werden. Bei der Ermittlung der dem jeweiligen Planer zu Teil werdenden Aufgaben spielt deshalb die werkvertragliche Erfolgsorientiertheit ebenso eine tragende Rolle. Die Einstandspflicht der Planer erschöpft sich regelmäßig nicht in der bloßen Abarbeitung von Leistungen nach vertraglich einbezogener Leistungsbilder, insbesondere der HOAI. Der geschuldete Erfolg verlangt grundsätzlich einen solchen Einsatz, dass ein mangelfreies Bauwerk entsteht, so dass die Leistungspflichten über den in der HOAI oder im Vertrag aufgestellten Leistungskatalog hinausgehen können. Nachfolgend soll zur Erläuterung der Grundprinzipien ein Vertrag ohne weitergehende Regelungen, aber mit Inbezugnahme der Leistungsbilder der HOAI angenommen werden.

3.2 Koordinationspflicht des Objektplaners Gebäude

Beauftragt der Bauherr einen Architekten, sind regelmäßig Planungsleistungen für ein konkretes Gebäude, d.h. ein Objekt i.S.v. § 2 Abs. 1 HOAI Gegenstand des Vertrages (Bauvorhaben), dass innerhalb eines bestimmten Zeitraums und innerhalb eines bestimmten Kostenrahmens realisiert werden soll (Objektplanung). Mit Beauftragung, gleich ob mit Einbeziehung der Leistungsbilder der HOAI oder ohne, schuldet der Architekt einen konkreten Werkerfolg bezogen auf das vertragsgegenständliche Objekt. Zur Erreichung dieses Erfolges schuldet der

¹⁴ BGH, Urteil vom 24.06.2004 - VII ZR 259/02 = BauR 2004, 1640; BGH, Ur. v. 04.07.2002 - VII ZR 66/01 = BauR 2002, 1719 = IBR 2002, 553; BGH, Ur. v. 19.12.1996 - VII ZR 233/95 = BauR 1997, 488. Knipp, Architekt haftet nicht für fehlerhafte Fachplanerleistungen!, IBR 2007, 626.

¹⁵ BGH, Ur. v. 24.06.2004 - VII ZR 259/02 = BauR 2004, 1640.

¹⁶ Motzke, a.a.O., BauR 1994, 47.

Architekt grundsätzlich alle im Rahmen seines Leistungsumfangs erforderlichen Planungs-, Vergabe-, Überwachungsleistungen sowie Aufklärungs-, Beratungs-, Informations- und Koordinationspflichten, um die in technischer, wirtschaftlicher und zeitlicher Hinsicht mangelfreie und funktionstaugliche Entstehung des Bauwerks (Objekt) zu bewirken¹⁷. Um den vertraglich geschuldeten Erfolg sicherzustellen, trifft den Objektplaner folglich die planerische, die technische, aber auch terminliche¹⁸ Koordination und Integration der Leistungen der Fachplaner.¹⁹ Diese koordinierende Tätigkeit des Architekten wird als ordnende, den planungs- und termingerechten Ablauf aller Leistungsbereiche überwachende Tätigkeit verstanden.²⁰ Die dem Architekten obliegenden allgemeinen Koordinationspflichten bezüglich der Sonderfachleute²¹ sind somit objektorientiert²² und auf die Planungsinhalte seines Vertrages und die Leistungen der fachlich Beteiligten beschränkt.²³ Die dem Architekten obliegenden Koordinationspflichten hat er aktiv zu betreiben.²⁴ Gleiches gilt grundsätzlich auch für die Fachplaner. Dem Objektplaner aber obliegt es, die Fachplaner in die ihm obliegende Objektplanung und Bauausführung einzubinden. Aus diesem Unterschied hieraus resultieren die umfangreichen Koordinations- und Integrationspflichten des Architekten.²⁵

Die Koordinationspflicht des Architekten beinhaltet, verallgemeinert ausgedrückt, die Pflicht, die Ergebnisse der anderen an der Planung fachlich Beteiligten zur

¹⁷ Berger/Fuchs, Einführung in die HOAI Basiswissen Architektenrecht, 4. Auflage 2013, Rn. 72.

¹⁸ Thode/Wirth/Kufer, a.a.O., § 19, Rn. 92.

¹⁹ OLG Düsseldorf, Urf. v. 25.10.2012 - I-5 U 162/11 = BauR 2013, 1480; Lechner/Stifter, Kommentar zum Leistungsbild Architektur, 2. Auflage 2012, S. 47; Motzke, Abgrenzung der Verantwortlichkeit zwischen Bauherrn, Architekt, Ingenieur und Sonderfachleuten, BauR 1994, 47.

²⁰ OLG Düsseldorf, Urf. v. 17.11.2011 - I-5 U 8/11 = BauR 2012, 1274; Locher/Koeble/Frik, a.a.O., § 34 HOAI, Rn. 219.

²¹ OLG Celle, Urf. v. 16.03.2004 - 16 U 169/03 = BauR 2004, 1173; Werner/Pastor, 13. Auflage 2011, Rn. 2008 m.w.N.; Thode/Wirth/Kufer, Praxishandbuch Architektenrecht, 2004, § 19, Rn. 92.

²² Will, Bauherrenaufgaben: Projektsteuerung nach § 31 HOAI contra Baucontrolling, BauR 1984, 333.

²³ Kalusche, a.a.O.

²⁴ Lechner/Stifter, a.a.O. Architektur, S. 50.

²⁵ Thode/Wirth/Kufer, a.a.O., § 11, Rn. 2.

Kenntnis zu nehmen, auf offensichtliche Defizite im Hinblick auf die vereinbarten Projektziele einerseits, aber auch fachlich andererseits zu prüfen, notwendige Ergänzungen bzw. Klärungen mit dem Bauherrn oder den fachlich Beteiligten herbeizuführen und die Ergebnisse schließlich richtig in die eigene Planung zu integrieren.²⁶ Der Architekt hat deshalb dafür zu sorgen, dass die eingeschalteten Fachplaner einerseits einen sachgerechten ausreichend klaren Auftrag erhalten²⁷ und andererseits mit den notwendigen Informationen zur Erfüllung der Planungsaufgabe gefüttert werden²⁸. Die Koordination erfordert auch die Weitergabe von Informationen und Planungsgrundlagen, die nicht aus seinem Planungsbereich stammen.²⁹ Hierfür ist insbesondere in der Entwurfs- und Ausführungsplanung ein stetiger Austausch zwischen dem Architekt und den Fachplanern erforderlich.³⁰ Der Architekt hat die Fachplaner – jedenfalls in gewissem Umfang – zu überwachen³¹. Insoweit hat der Architekt die Arbeitsergebnisse der Fachplaner kritisch, zwar nicht auf Eignung und Mangelfreiheit³², aber doch auf Plausibilität und Vollständigkeit im Rahmen der von ihm zu erwartenden Fachkenntnis, insbesondere auf die allgemeine Gebrauchstauglichkeit der Fachplanung zu prüfen³³. Zwar ist der Architekt hier nicht verpflichtet, die fachliche Arbeit des Sonderfachmanns zu wiederholen. Vielmehr kann er sich grundsätzlich auf die Vorgaben eines Fachplaners und seine Fachkenntnisse verlassen³⁴. Er hat aber zu überprüfen, ob der

²⁶ OLG München, Ur. v. 29.06.2010 - 9 U 2718/09 = BauR 2012, 139 = BeckRS 2011, 26638 u.V.a. Thode/Wirth/Kufer, Praxishandbuch Architektenrecht, 1. Auflage 2004, § 19, Rn. 43; OLG Celle, Ur. v. 04.10.2012 - 13 U 234/11 = BauR 2013, 1289.

²⁷ OLG München, Ur. v. 27.10.2004 - 27 U 862/03 = BauR 2005, 156 = IBR 2005, 32; BGH, Ur. v. 19.12.1996 - VII ZR 233/95 = BauR 1997, 488.

²⁸ OLG Stuttgart, Ur. v. 12.05.2004 - 3 U 185/03 = BauR 2005, 769 = IBR 2005, 162; OLG München, Ur. v. 27.10.2004 - 27 U 862/03 = BauR 2005, 156 = IBR 2005, 32; BGH, Ur. v. 19.12.1996 - VII ZR 233/95 = BauR 1997, 488; Korbion/Mantschef/Vygen, a.a.O., § 15 HOAI, Rn. 117.

²⁹ OLG München, Ur. v. 15.03.2005 - 9 U 3566/03 = IBR 2006, 151.

³⁰ OLG Düsseldorf, Ur. v. 25.10.2012 - I-5 U 162/11 = BauR 2013, 1480; Korbion/Mantschef/Vygen, Honorarordnung für Architekten und Ingenieure HOAI, 7. Auflage 2009, § 15 HOAI, Rn. 115, 117.

³¹ OLG Düsseldorf, Ur. v. 17.11.2011 - I-5 U 8/11 = BauR 2012, 1274.

³² OLG Karlsruhe, Ur. v. 20.12.2006 - 7 U 176/06 = BauR 2007, 1287 = IBR 2007, 626.

³³ OLG Stuttgart, Ur. v. 12.05.2004 - 3 U 185/03 = BauR 2005, 769 = IBR 2005, 162; Korbion/Mantschef/Vygen, a.a.O., § 15 HOAI, Rn. 117, 173.

³⁴ OLG Braunschweig, Ur. v. 16.12.2010 - 8 U 123/08 = BauR 2012, 1692 = IBR 2012, 522.

Fachplaner bzw. Sonderfachmann von den richtigen tatsächlichen Voraussetzungen ausgegangen ist, d.h. den formulierten Auftrag umgesetzt und die ihm weitergegebenen Informationen berücksichtigt hat.³⁵

3.3 Koordinierungspflichten des Architekten im Verhältnis zu den Fachplanern³⁶

Die Koordinationspflicht des Objektplaners findet dort ihre Grenzen, wo es sich um die Abstimmung der Leistungen von Sonderfachleuten handelt, deren Fachgebiete der Objektplaner nicht zu beherrschen braucht.³⁷ Der Architekt ist auch nicht verpflichtet die Abstimmung der Fachplaner untereinander zu koordinieren. Diese Abstimmungspflicht trifft die Fachplaner an der Schnittstelle zu den eignen Planungsleistungen selbst. Dem Architekt obliegt jedoch die Überwachung dieses Abstimmungsvorgangs, die dieser durch Abhaltung von regelmäßigen Planungsbesprechungen fördern kann, um zeitgerecht eine koordinierte Fachplanung zu erhalten. Anschließend hat er die Beiträge der Fachplaner in seine Entwurfsplanung zu integrieren. Im Rahmen der Integration wird vom Architekten die Kompetenz verlangt, die Vor- und Nachteile der Fachplanerbeiträge fachlich bewerten zu können, um deren Auswirkungen in anderen Fachplanungsbereichen beurteilen und gegenüber dem Bauherrn darstellen zu können. Dies wiederum erfordert umfassende Kenntnis der Normen und technischen Regelwerke sämtlicher Gewerke, auch soweit sie beispielsweise die Technische Ausrüstung betreffen.³⁸ Das heißt, er hat zwar für offenkundige Mängel der Fachplanung mit einzustehen, die er bei ordnungsgemäßer Überprüfung der Fachplanung mit der von ihm zu erwartenden Fachkenntnis hätte erkennen können, er muss die Fachplanung aber nicht erneut erbringen. Die um die Fachplanerbeiträge integrierte Planung leitet

³⁵ BGH, Urt. v. 04.03.1971 - VII ZR 204/69 = BauR 1971, 265; OLG Stuttgart, Urt. v. 12.05.2004 - 3 U 185/03 = 2005, 769 = IBR 2005, 162; OLG Frankfurt, Urt. v. 16.03.1990 - 2 U 117/88 = NJW-RR 1990, 1496; Korbion/Mantschef/Vygen, a.a.O., § 15 HOAI, Rn. 173.

³⁶ ausführlicher: Fischer, Koordinierungspflichten der Planungsbeteiligten, BauR 2014, 1998

³⁷ BGH, Urt. v. 11.12.1975 - VII ZR 7/74 = BauR 1976, 138; Locher/Koebler/Frik, a.a.O., § 34 HOAI, Rn. 123; Werner/Pastor, a.a.O., Rn. 2008.

³⁸ Lechner/Stifter, a.a.O. Architektur, S. 109 f.

der Architekt gegen Ende der jeweiligen Planungsphasen oder mit Zwischenständen zur Prüfung an die Fachingenieure weiter. Erkennen die Fachplaner offene Schnittstellen oder ergeben sich Fragen, stehen diese in der „Holschuld“ bzw. in der Informations- und Hinweispflicht sowohl gegenüber dem Objektplaner als auch gegenüber den anderen Planungsbeteiligten. Denn der Fachplaner hat als Spezialist die fachspezifischen Gefahren aus seinem Planungsumgriff abzuschätzen und diesen durch gezielte Maßnahmen entgegenzuwirken. Hierzu hat er die Ausführungspläne des Architekten kritisch im Hinblick auf seine fachspezifischen Anforderungen zu bewerten und darauf zu achten, dass diese Anforderungen berücksichtigt werden⁴⁰. Den Fachplaner trifft aber insoweit nur eine Detailverantwortung. D.h. er ist lediglich verpflichtet, die Vorgaben des Objektplaners mit Blick auf ihre Spezialisierung, auf ihre Relevanz und Tauglichkeit für seinen Planbereich zu überprüfen⁴¹.

An den Schnittstellen zur Objektplanung und zu anderen Fachplanungen macht es aber auch keinen Sinn dem Objektplaner allein die Verantwortung aufzubürden. Vom Fachplaner ist deshalb zu verlangen, dass er seine fachspezifische Leistung gerade mit Blick auf die allgemeine Gebrauchstauglichkeit jedenfalls mit dem Architekten bespricht.⁴² Der Tragwerksplaner beispielsweise ist deshalb verpflichtet, Unklarheiten in der Ausführungsplanung des Architekten zuverlässig zu klären, bevor er Planungsänderungen vornimmt. Diese Überprüfungspflicht gehört zu den koordinatorischen, integrativen Aufgaben des Architekten.⁴³ Der Fachplaner seinerseits dagegen braucht spezielle Anforderungen aufgrund von Schnittstellen zu anderen Leistungen ohne Unterrichtung hierüber nicht zu klären⁴⁴. Gleiches dürfte im Verhältnis der Fachplaner zu anderen Planungsbeteiligten gelten, wenn es um spezielle Schnittstellenthemen geht. Hier ist es am Objektplaner

³⁹ Locher/Koeble/Frik, a.a.O. § 34 HOAI, Rn. 172 m.w.N.

⁴⁰ OLG Düsseldorf, Urt. v. 25.10.2012 - I-5 U 162/11 = BauR 2013, 1480.

⁴¹ Motzke, a.a.O., BauR 1994, 47.

⁴² Motzke, a.a.O., BauR 1994, 47.

⁴³ OLG Stuttgart, Urt. v. 12.05.2004 - 3 U 185/03 = BauR 2005, 769 = IBR 2005, 162.

⁴⁴ OLG München, Urteil vom 27.10.2004 - 27 U 862/03 = BauR 2005, 156 = IBR 2005, 32; OLG Stuttgart, Urteil vom 12.05.2004 - 3 U 185/03 = BauR 2005, 769 = IBR 2005, 162.

die wesentlichen Informationen zu verteilen. Dieser Abstimmungsprozess der nur durch eine geordnete Kommunikation der Informationen, der Ergebnisse und der Aufgabenverteilung möglich ist, endet optimaler in einer koordinierten Planung der Fachplaner, bei der sich Objektplaner und Fachplaner jeweils abgestimmt festgelegt haben.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, dass den Objektplaner und die Fachplaner „Bring- und Holschulden“ gleichermaßen treffen. Da der Planungsprozess interaktiv ist und hier viele verschiedene Fachdisziplinen zusammenlaufen, ist jeder Planungsbeteiligter gut beraten, sämtliche seinen Planungsteil betreffenden und erforderlichen Informationen abzufragen und die Lösungen der Schnittstellen auf beiden Seiten jeweils wenigstens auf ihre Gebrauchstauglichkeit hin zu prüfen und etwaige erkannte Lücken, Defizite oder Fragen offen anzusprechen. Lehnt sich ein Planungsbeteiligter, insbesondere der Objektplaner als Hauptkoordinator zurück und lässt sich nur beliefern oder reagiert nur auf konkrete Anfrage, sind bei komplexeren Bauvorhaben Planungsdefizite mit Bauzeitverzögerungen und Nachträge mit entsprechenden Mehrkosten bereits vorprogrammiert.

3.4 Grenzen der Koordinationspflichten des Architekten

3.4.1 Abgrenzung gegenüber Fachplanern

Hier kann als Ergebnis festgehalten werden, dass die Koordinationspflichten des Architekten dort aufhören, wo sie die – aufgrund seiner Gesamtverantwortung für das Objekt doch als umfangreich vorausgesetzten – Planungskenntnisse des Architekten überschreiten und das Spezialwissen der Fachplaner beginnt. Im Rahmen der Abgrenzungen im Einzelfall wird zu berücksichtigen sein, dass das von einem Objektplaner als Generalist abverlangte Fachwissen zwar umfangreich sein sollte, da er andernfalls seinen umfassenden koordinativen und integrativen Pflichten nicht nachkommen kann, die Anforderungen an die Fachkenntnisse aber auch nicht überspannt werden dürfen. Es sollte daher sehr genau geprüft werden, welche Fachkenntnisse zur sachgerechten Koordination erforderlich sind und ob diese vom Objektplaner erwartet werden können.

3.4.2 Abgrenzung gegenüber Bauherrn

Dagegen ist die Abgrenzung zu den nach der Beauftragung eines Architekten beim Bauherrn noch verbleibenden Koordinationspflichten schwieriger. Richtiger Anknüpfungspunkt zur Abgrenzung der Koordinierungspflichten ist auch hier der Vertragsgegenstand des Architektenvertrages. Die Planungsleistungen und damit einhergehend auch die Koordinationspflichten des Architekten beziehen sich, wie oben ausgeführt, in der Regel nur auf ein konkretes Objekt im Sinne des § 2 Abs. 1 HOAI. In dem Objekt, welches durch den Vertragsgegenstand definiert wird, finden die Koordinationspflichten des Architekten auch ihre Schranken. Der Architekt schuldet dem Bauherrn gegenüber lediglich eine technisch mangelfreie und termingerechte Planung für das jeweils vertragsgegenständliche Objekt. Umfasst der Planungsauftrag beispielsweise die Errichtung eines Gebäudes ohne Freianlagen, hat er sich auch nicht um eine termingerechte Beauftragung und Fertigstellung der Planung des Landschaftsarchitekten oder die zeitgerechte Erschließung im Rahmen seiner vertraglichen Pflichten zu kümmern. Benötigt er indes Informationen um selbst eine mangelfreie Leistung erbringen zu können, darf er sich an den Bauherrn oder, wenn ein Landschaftsarchitekt bereits beauftragt ist, auch an diesen wenden. Dies muss er aber auch im Sinne seiner aktiven Koordinierung des Objekts. Gleiches gilt für weitere vom Bauherrn eingeschaltete Planungsbeteiligte, die den Vertragsgegenstand des Architekten, d.h. das konkrete Objekt, nicht tangieren.

Den Bauherrn trifft folglich weiterhin die übergeordnete Koordination des Projekts im Hinblick auf die Einhaltung der Planungsvorgaben durch den Architekten, der Termine und der wirtschaftlichen sowie der technischen Umsetzung. Ferner trifft den Bauherrn weiterhin die übergeordnete Koordination der weiteren am Gesamtprojekt beteiligten Sonderfachleute, soweit der Architekt deren Leistungen nicht zur mangelfreien und funktionstauglichen Entstehung seines geschuldeten Objekts benötigt. Ebenso schuldet der Bauherr selbst die Kontrolle einer fachgerechten Leistung durch seine Fachplaner. Mit anderen Worten: Die Koordinationspflicht des Bauherrn für das Projekt beginnt dort, wo der Vertragsgegenstand des Architekten oder anderer an der Planung fachlich Beteiligten verlassen wird. Diese Abgrenzung ist auch unter Berücksichtigung des Leistungsbildes des

Projektsteuerers nachvollziehbar, der letztlich die nach Beauftragung eines Architekten noch verbleibenden delegierbaren Bauherrenaufgaben in Stabsfunktion wahrnimmt.

3.5 Anforderungen an die Koordinierungspflichten aus der Anwendung von BIM und Lean

BIM beschreibt eine Planungsmethode im Bauwesen, bei der digitale Gebäudeinformationen erzeugt, verwaltet und zu einem dreidimensionalen Gebäudemodell zusammengefasst werden.⁴⁵ Ziel der Planungsmethode ist es, eine gemeinsame Planung unterschiedlicher Planungsdisziplinen zur gleichen Zeit an einem Modell zu ermöglichen. BIM vereinfacht damit den Abruf, den Austausch und den Abgleich projektrelevanter Daten. Dennoch ist es auch bei Anwendung von BIM weiterhin erforderlich, analog zur aktuell noch vorherrschenden zweidimensionalen Planungsmethode, an der sich die Leistungsbilder HOAI orientieren, in getrennten Teilmodellen zu arbeiten, Meilensteine für die Zusammenführung zu definieren und Projektabläufe zu festzulegen, die eine frühzeitige Korrektur von etwaigen Unstimmigkeiten in der Planung ermöglichen⁴⁶. Auch nach der Wahrnehmung des Autors werden zunehmend die planenden Tätigkeiten aus den Leistungsphasen der Vorplanung bis zur Ausführungsplanung immer häufiger zusammengefasst, mit der Folge, dass es zu einer Verlagerung von tiefergehenden Planungsleistungen in eine frühere Projektphase kommt. Hierbei kann es auch zu Verschiebungen in den zu lösenden Schnittstellen zwischen der Objekt- und den Fachplanungen kommen.⁴⁷ Dies wiederum hat zur Folge, dass der hohe Detaillierungsgrad in der frühen Phase den Bauherrn bereits in einer frühen Projektphase zu Entscheidungen zwingt und ein Verschieben wesentlicher Weichenstellungen auf spätere Planungs- bzw. Projektphasen nicht mehr zulässt. Um BIM erfolg-

⁴⁵ Eschenbruch/Elixmann in: Messerschmidt/Voit, Privates Baurecht, 2. Auflage 2011**, Teil 1, K., Building Information Modeling, Rn. 1 m.w.N.

⁴⁶ Eschenbruch/Elixmann in: Messerschmidt/Voit, a.a.O., Rn. 3; Eschenbruch/Elixmann, Das Leistungsbild des BIM-Managers, BauR 2015, 745

⁴⁷ Eschenbruch/Elixmann in: Messerschmidt/Voit, a.a.O., Rn. 10; Bahnert/Heinrich/Johrendt, Der Planungsprozess der Objektplanung gem. § 34 HOAI mit BIM, DS 2018, 198

reich einzusetzen, bedarf es nach gefestigter Meinung in der Fachliteratur der Wahrnehmung zweier neuer Rollen im Projekt. Die des BIM-Managers und die des BIM-Koordinators. Während der BIM-Manager eine Vorstellung über Art und Umfang der Planung, den Einsatz der technischen Methode und Mittel, die Überwachung der Einhaltung der definierten Projektabläufe sowie der –ergebnisse im Rahmen eines BIM-Lastenhefts⁴⁸ entwickelt, somit den Bauherrn technisch und gesamtorganisatorisch bei der Implementierung der Planungsmethode im Projekt und deren Begleitung unterstützt⁴⁹, ist es Aufgabe des BIM-Koordinators, die zeitgerechte und fachlich richtige Integration der Planungsbeiträge in das BIM-Modell sicherzustellen, mithin die Planungsbeiträge der Projektbeteiligten zu koordinieren. D.h. der BIM-Koordinator ist derjenige, der unmittelbar planend die digitalen Datenmodelle bearbeitet und die Erstellung und Zusammenführung der digitalen Planungsbeiträge sowie die Qualitätsprüfung auf der Planungsebene koordiniert. Die Grundlage hierfür stellt ein regelmäßig vom Objektplaner zu entwickelnder BIM-Abwicklungs-Plan dar⁵⁰. Während die Aufgaben des BIM-Managers in der Regel beim Bauherrn oder beim Projektsteuerer verortet werden, werden die Aufgaben des BIM-Koordinators in der Praxis regelmäßig beim Architekten „hängen bleiben“.⁵¹ Dieser trägt somit in den meisten Fällen die Verantwortung für über das BIM-Gesamtmodell inklusive der Sicherstellung der Kollisionsfreiheit der Planung und der Ablaufplanung des Baubetriebs. Zudem ist er verantwortlich für die Durchführung des Informations- und Datenmanagement.⁵² Im Hinblick auf die oben skizzierte Abgrenzung der Aufgaben zur Koordination der Projektbeteiligten ist im Ergebnis kein wesentlicher Unterschied zu der derzeitigen Rollen- und Aufgabenverteilung in Bezug auf Koordinationspflichten festzustellen.⁵³ Mit dem Einsatz von BIM verdichtet und erhöht sich jedoch der Abstimmungs- und Koordinationsaufwand. Der integrative Planungsansatz von

⁴⁸ Bahnert/Heinrich/Johrendt: Prozessbeteiligte, Grundlagen und Erläuterungen zur Entwicklung des BIM-Prozessleitbildes, DS 2018, 193

⁴⁹ Eschenbruch/Elixmann in: Messerschmidt/Voit, a.a.O., Rn. 16

⁵⁰ Eschenbruch/Elixmann, Das Leistungsbild des BIM-Managers, BauR 2015, 745; Bahnert/Heinrich/Johrendt, a.a.O., DS 2018, 193

⁵¹ Eschenbruch/Elixmann, a.a.O., BauR 2015, 745; Bahnert/Heinrich/Johrendt, a.a.O., DS 2018, 193

⁵² Bahnert/Heinrich/Johrendt, a.a.O., DS 2018, 193; Bahnert/Heinrich/Johrendt, a.a.O., DS 2018, 198

⁵³ Bahnert/Heinrich/Johrendt, a.a.O., DS 2018, 198

BIM erfordert zur Vermeidung von Missverständnissen daher umso mehr eine klare Rollen-, Aufgaben- und Verantwortungsverteilung sowie klare und ausdrückliche Regelungen zum Informationsaustausch zwischen den Projektbeteiligten im Vertrag, deren konsequente Einhaltung überwacht werden muss.

In den neunziger Jahren wurde in Deutschland damit begonnen, das ursprünglich in der Automobilindustrie entwickelte Lean-Management⁵⁴ auf die Bauwirtschaft zu übertragen. Kurz zusammengefasst wird unter Lean-Management die mit Blick auf den Kunden, das gewünschte Produkt sowie seinem Bedarf erforderliche Analyse und Optimierung der Prozessabläufe durch transparente Darstellung im Vorfeld der technischen Umsetzung zur Sicherstellung eines zügigen Bauablaufs und deren kontinuierliche Überwachung und Verbesserung verstanden. Durch die Anwendung dieser Methode soll Verschwendung von Ressourcen und Zeiteinsatz⁵⁵ reduziert und nach Möglichkeit eliminiert werden, um den Wert für den Kunden in der Herstellung einer günstigen, aber den Qualitätsanforderungen genügende Immobilie zu maximieren. Die Analyse und Optimierung der Prozessabläufe sowie deren transparente Darstellung im Vorfeld der technischen Umsetzung und deren stetige Kontrolle erfordern zwangsläufig ein hohes Maß an Abstimmung und Kooperation zwischen den am Prozess der Entstehung einer Immobilie Beteiligten Akteuren, die wiederum koordiniert und deren Ergebnisse zusammengeführt werden müssen. Richtig angewendet schafft die Anwendung der Methode daher nicht nur einen Mehrwert für den Kunden, sondern auch für die eigenen Prozessabläufe der Projektbeteiligten. Die im Rahmen des Lean-Managements sowohl in der Planung, als auch in der Logistik und Bauausführung zur Anwendung kommenden sind Methode so vielfältig,⁵⁶ dass hierauf übersichtlich einzugehen die Ausführungen sprengen würde. Gemein ist jedoch, dass diese abweichend von der herkömmlichen Planung und Ausführung die Planungs- und Ausführungsabschnitte sowie die zeitlichen Intervalle für die Erbringung der Ausführung deutlich verkleinern und in anderen Einheiten gedacht wird, um den Pro-

⁵⁴ German Lean Construction Institute - GLCI e.V., *Lean Construction - Begriffe und Methoden*, 1. Auflage 2018, S. 5 f. - auch mit weitergehenden Erläuterungen zu den Prinzipien

⁵⁵ German Lean Construction Institute - GLCI e.V., a.a.O., S. 11 f.

⁵⁶ German Lean Construction Institute - GLCI e.V., a.a.O., S. 37 f., 57 f., 68 f. und 78 f.

zess des Lean-Managements, der von stetiger Überwachung und Optimierung zum Vorteil des Kunden geprägt ist, ausschöpfen zu können. Hierfür werden Meilensteine im Planungsprozess identifiziert, priorisiert und anschließend die Phasen (Planungsintervalle) und Planungspakete unter Berücksichtigung der erforderlichen Prüfungen, Gleichstellungen und Verbesserungszeiten gemeinsam festgelegt (Bauantrag, Bauabschnitte, Zielkosten, Angabe von Großgeräten, Schlütze und Durchbrüche, Türlisten, Verbraucherlisten etc.). Auch die Ausführung ist anschließend von kleinteiligeren Arbeits- und Bauabschnitten sowie Intervallen geprägt. Die von den ausführenden Unternehmen unter Berücksichtigung eigener Prozessoptimierungserfahrungen individuell für ihre Gewerke und unter Zugrundelegung bestimmter Annahmen (insbesondere der rechtzeitigen Erbringung von Vorleistungen anderer Gewerke in bestimmten Arbeitsbereichen) erstellten Bauzeitenpläne fallen weg. Statt dessen werden die Arbeitspakete in Geschosse oder gar Anzahl von Räumen gegliedert und in Tages- oder Wochenleistungen aufgeteilt und entsprechende Bauablaufpläne gemeinsam mit den jeweiligen Unternehmern erstellt und fixiert. Ähnlich wie bei BIM erfordert die Implementierung der Lean-Methoden in ein Projekt zunächst bauherrnseitig gesamtorganisatorisch die Festlegung von Art und Umfang sowie die Definition der übergeordneten Projektabläufe und -ergebnisse einschließlich deren kontinuierliche Überwachung. Die Anwendung von Lean-Methoden verdichten und erhöhen den Abstimmungs- und Koordinationsaufwand für die Planungsbeteiligten in einer sehr frühen Phase des Projekts, so dass ebenso eine klare Rollen-, Aufgaben- und Verantwortungsverteilung sowie klare und ausdrückliche Regelungen zum Informationsaustausch zwischen den Projektbeteiligten im Vertrag, deren konsequente Einhaltung überwacht werden muss, erforderlich sind. Eine grundlegende inhaltliche Änderung der oben dargestellten Verteilung der Koordinierungspflichten ist aber auch durch den Einsatz von Lean-Methoden für den Autor nicht erkennbar.

4 FAZIT

Der Bauherr kann die grundsätzlich ihm im Rahmen der Realisierung eines Projektes obliegenden umfangreichen technischen, terminlichen, quantitativen und kostenmäßigen Koordinationspflichten, soweit es sich um delegierbare Bauherrnaufgaben handelt, auf diverse Planungsbeteiligte übertragen. Der Umfang und

der konkrete Inhalt der übertragenen Koordinationspflichten ergeben sich jeweils aus dem Vertragsgegenstand und dem vereinbarten Leistungsumfang und sind daher einzelfallabhängig. Die Koordinationsverpflichtungen der Planungsbeteiligten sind proaktiv zu verstehen und verbieten passives Verhalten. Alle Planungsbeteiligten treffen „Hol- und Bringschulden“ gleichermaßen. Die Koordinationspflichten enden dort, wo vom jeweiligen Planungsbeteiligten keine die zur ordnungsgemäßen Koordination erforderlichen Fachkenntnisse mehr erwartet werden können. Im Verhältnis zum Bauherrn enden die Koordinationspflichten dort, wo der Vertragsgegenstand verlassen wird und die nicht delegierbaren Aufgaben des Bauherrn beginnen. Zur Sicherstellung einer weitgehend mangelfreien, in sich schlüssigen und funktionierenden Planung, die Nachträge vermeidet und die Errichtung des Bauwerks in der vorgesehenen Zeit gewährleistet, sind alle Planungsbeteiligten gehalten, interaktiv zusammen zu arbeiten und über den eigenen Tellerrand hinauszuschauen. Die Folgen mangelhafter Koordination sind meist weitreichender als der Koordinationsaufwand selbst. Der hierfür unbestrittene erforderliche Aufwand sollte seitens der Planer bei Angebotsabgabe bereits einkalkuliert und von Bauherrn auch angemessen vergütet werden.

5 WEITERFÜHRENDE LITERATUR

1. Siehe Fußnoten
2. Lechner, Koordination und Integration im Projektablauf, 1. Auflage 2019

Features of Construction Project Management using 4D and 5D BIM

Marina Alexandrovna Romanovich

PhD, Associate Professor

Peter the Great Saint-Petersburg

Polytechnic University

1 ABSTRACT

Obviously, over time, construction projects are becoming more ambitious and complex. Consequently, it becomes necessary to create new technologies and ideas not only for the design processes and building construction processes, but also for the process of controlling the quality and sequence of construction. In other words, it is necessary to put forward new ideas and find new innovative tools for more effective project management. Effective control over the construction process is necessary, as this will ensure a rational distribution of labour resources and funds. Project management from graphic chart to construction site basis is a working progress that requires many efforts from the project management team, ability of the project manager and the technical expertized knowledge. Today with the support of BIM technology, using 3D and 4D models has helped project managers more easily to control their work, staying on track with the planned schedule, reducing risk as well as resources used for construction work. The paper presents several case studies in the field of 4D and 5D planning, which were applied on real construction sites: algorithm of working with 4D BIM to control the process of constructing on the example of the project of Hockey arena, that is located in Saint-Petersburg, Russian Federation; the Guideline Map at the level of organization of construction process using 4D and 5D BIM; the algorithm for optimizing the use of building materials, which was used in the development of the project for the construction of a residential building using 4D. Work on the presented studies has been carried out for several years. The results of the work were applied in several construction companies and presented in master's theses and scientific articles. The reliability of the implementation of research results is confirmed by the Implementation Acts issued by construction companies.

1.1 Keywords

construction; project management; BIM; 4D and 5D planning; quality; control; technology implementation method; off-site; execution and organization; automation workflow; digital evolution, waste; materials; optimization.

2 THE ALGORITHM OF WORKING WITH 4D BIM TO CONTROL THE PROCESS OF CONSTRUCTING

The research describes a new invented algorithm for working with an information model, which will allow quickly and conveniently create a construction project for a structure and also control the timing of its construction. This algorithm is described on the example of the project of Hockey arena, that is located in Saint-Petersburg, Russian Federation.

The main idea of this work is to make construction control easier as much as it could be using BIM model of the building.

First step was to make a project of the hockey arena. The whole project was made in BIM programs, such as Revit 2019 and Navisworks 2020. All elements are made in 3D, also each element has right materials and properties. Then, when the BIM model is ready, it could be used as a tool for getting information and controlling construction time.

Objectives of the study

1. To create BIM-model of the hockey arena using 4D modeling;
2. To develop a quick and efficient process of separating model elements into structural parts;
3. To develop an add-in that will make a classification for each part of elements in automatic way;
4. To describe an algorithm for further work with the resulting upgraded building information model.

The scheme of work with the model is shown in the Figure 1.

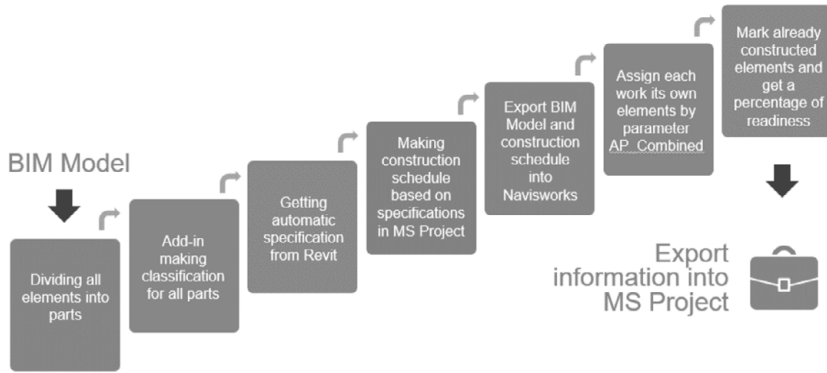


Fig. 1: Scheme of algorithm of working with BIM-model to control [1]

2.1 Description of the designed building

Construction site: Russian Federation, Saint-Petersburg, Primorskii district, Parashutnaya street. Functional purpose: ice hockey training, skating training, mass ice skating, organization of sports camps for ice hockey teams and skating teams.

This building is divided into 3 parts. First part is one-story part with a height of 10 meters. There are two standard hockey arenas divided with fire protection wall. Second part is two-storey administrative and household part with a height of the first floor of 4.2 m and 4.8 m of the second floor. There are entrance area, information desk, security area, medical office, dressing rooms, coaching rooms, drying rooms, sports symbols shop, technical rooms. Third part is three-storey part, each floor is 3 meters height. There are hotel rooms for athletes and coaches. Also, there are two training hockey arenas located in this part. The model is fully implemented in Autodesk Revit 2019. Construction method of parts 2 and 3 is concrete structural frame. Frames consist of horizontal constructions (slabs and foundations) and vertical constructions (columns and bearing walls). These two parts were calculated in the program LIRA-SAPR 2015. Structural frame of the first part is mixed one. It consists of concrete foundations, bearing columns and steel trusses. Each truss was calculated in satellite of program SCAD Office - Cristal.

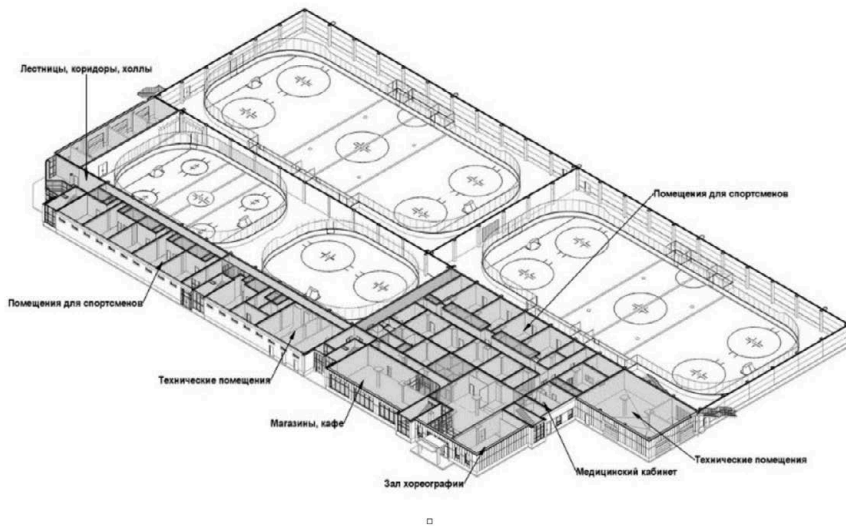


Fig. 2: 1st floor plan of the ice hockey [1] the process of constructing [1]

There are six files, developed in Autodesk Revit:

1. Architectural part;
2. Heating system;
3. Ventilation system;
4. Water supply;
5. Fire protection water supply;
6. Sewerage.

There were used two ways of connection all these parts in one space: Revit linked files and worksets. Each system is a link and parts inside the one system are divided into worksets. For example, warm water and cold water are made in different worksets. There were all MEP systems of the project made after that. Then they were compared together in program Navisworks and by the function "Clash Detective" all collisions could be fixed between all systems.

2.2 Science part of research

Goal of the research was to make an optimization of the building control process. Targets: to divide the BIM-model into parts, to automate the process of setting the classification code for elements in the model (to develop an add-in to Revit 2019, that will solve both targets).

The main idea of science general part of the thesis is to make easy and comfortable way of controlling construction time. There was used the Revit BIM model of the building for this. This idea is made for controlling only architectural part, because MEP systems have to be controlled by another one add-in. So, there was described an add-in for architectural part, or it could be use also for constructional part too.

2.3 Add-in description

Step 1. Open the architectural part of the model.

Step 2. Using Revit functions "Reference Planes" and "Levels" all elements of the model are divided into parts. Next step is to give classification to all parts and to calculate volumes of them. The classification can be made by engineer and it will take a lot of time and there could be a lot of mistakes. Or now engineers can use developed add-in. This add-in should make all this work instead of them.

Step 3. Add-in developed in the program Microsoft Visual Studio in the programming language C# using Revit API.

Step 4. When the add-in is installed, it will be appeared on the tab "Add-Ins" (Figure 3).

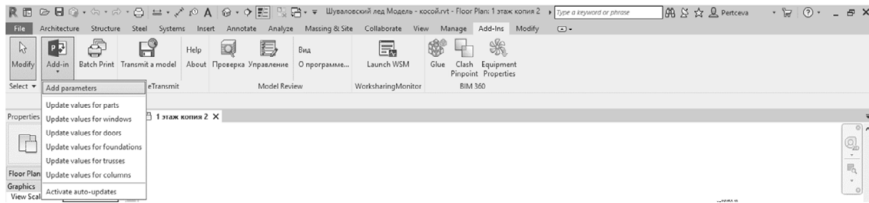


Fig. 3: Add-Ins tab [1]the process of constructing [1]

Work with the add-in is consist of next steps: create and add shared parameters to Revit BIM model, now there are three new parameters for all elements from categories “parts”, “windows”, “doors”, “foundations”, “trusses” and “columns”.

The first parameter is user modifiable, but others are automatically generated.

AP_Material equals:

- For parts: category name + material name;
- For windows: category name;
- For doors: category name;
- For foundations: category name;
- For trusses: category name;
- For columns: category name + material name.
- AP_Combined equals:
- For each category: AP_Parts + AP_Materials.

Next step is to fill parameter “АП_Захватка” (“AP_Part”). To set a number for elements. Update values for all needed elements. Add-in filled parameters “AP_Material” and “AP_Combined” by itself. Also, there is an automatic update of

parameters AP_Material and AP_Combined when engineer needs to change:

- AP_Parts;
- Elements structural material;
- Parts draft material;
- Element geometry.

The button for this function is shown on the Figure 4 “Activate auto-updates”.

Also, a parameter could be set to some more elements by using Dynamo. For example, there was set a parameter for Curtain Walls (Figure 5).

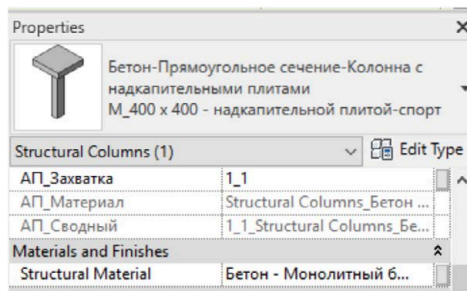


Fig. 4: Filled parameters [1]

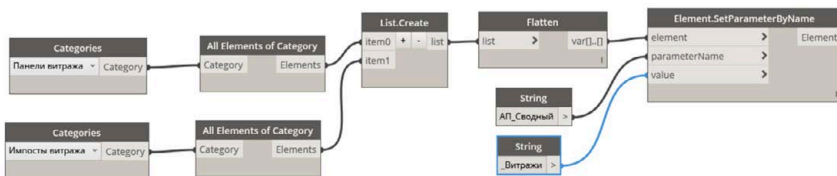


Fig. 5: Dynamo script to set the parameter [1]

2.4 Further job description

Step 1. Then the automatic specification could be made, where Revit will fill volumes of all parts and elements. The example of specification is shown on Figure 6.

Notes:

Поле Б_1 = Field B_1.

It means "Big Hockey Field_ part 1". So, it easy to understand where this place is and which part of this place is. Also an engineer can see all materials that are used in part 1 and all volumes are calculated in Revit by itself.

Step 2. Then the construction schedule was made based on volumes, that could be taken from specifications in Revit (Figure 6). The example of schedule is shown on figure 7.

A	B	C
Материал: Имя	Материал: Объем	Материал: Площадь
Поле Б_1		
ДСК_Бетон_Железобетон	4.37 м ³	337 м ²
Metal - Paint Finish - Ivory,Matte	0.12 м ³	59.3 м ²
Бетон В30	3156 м ³	157.8 м ²
Бетон, монолитный, серый	7.52 м ³	76.0 м ²
Жесткая изоляция	36.56 м ³	250.4 м ²
Керамика_Плитка 600x600	3.16 м ³	158.6 м ²
Кладка - плитки из керамогранита(спорт-синий)	0.17 м ³	17.1 м ²
Металл - Стальная панель (белая)	0.38 м ³	190.3 м ²
Металл - Стальная панель (белая-серая)	0.39 м ³	192.6 м ²
Металл - Стальная панель (синяя)	0.12 м ³	58.6 м ²
Песок	7.89 м ³	157.8 м ²
Теплоизоляция_Экструдированный пенополистирол	6.08 м ³	174.7 м ²
ЦПС	8.06 м ³	174.9 м ²
Штукатурка	0.17 м ³	16.6 м ²

Fig. 6: The example of specification [1]

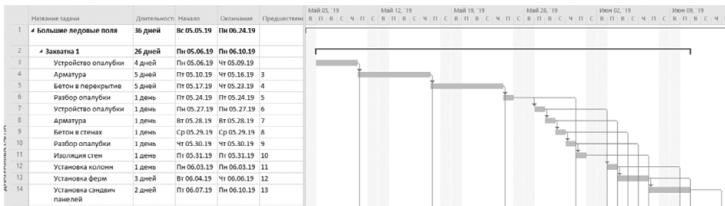


Fig. 7: Construction schedule of the part 1 [1]

Step 3. Next step is to export construction schedule from MS Project to Navisworks (Figure 8).

Step 4. Export Revit file of architectural model into Navisworks. It also is shown on Figure 8.

Step 5. Using parameter AP_Combined each work could be assigned its own elements.

Step 6. Mark all elements in the model in the construction process as constructed in time/constructed late. Participants of the project can visually observe the construction process in the model at any time. So, this way the process of construction is controlled and analyzed.

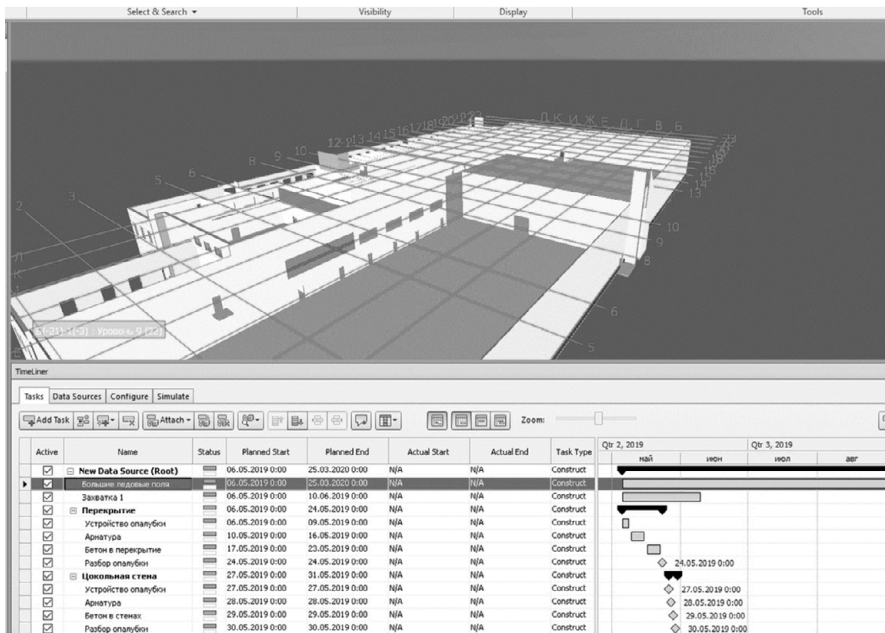


Fig. 8: Schedule in Navisworks [1]

2.5 Conclusion

Because of developed add-in a lot of time of engineers could be saved by splitting the model into parts and making classification for each element. The likelihood of errors was also eliminated. The simple technology for 4D model was received. Based on this model each engineer involved in the construction can easily mark the readiness of the items inside the model. They get an up-to-date picture of construction readiness in general and can compare the real picture of the construction with the planned at each moment of time [1].

3 THE GUIDELINE MAP AT THE LEVEL OF ORGANIZATION OF CONSTRUCTION PROCESS USING 4D AND 5D BIM

The object of the research was to study and evaluate types of digital technology based on the guideline map proposed (Figure 9).

Objectives of the study:

1. Achieving management effectively in the scope of work duration, as-built task by applying digital technology.
2. Emerging technology implementation method on BIM specification, at execution and organization stage of construction process.
3. Initiate a guideline map for continuing research for logical collaboration in BIM communication and distribution.

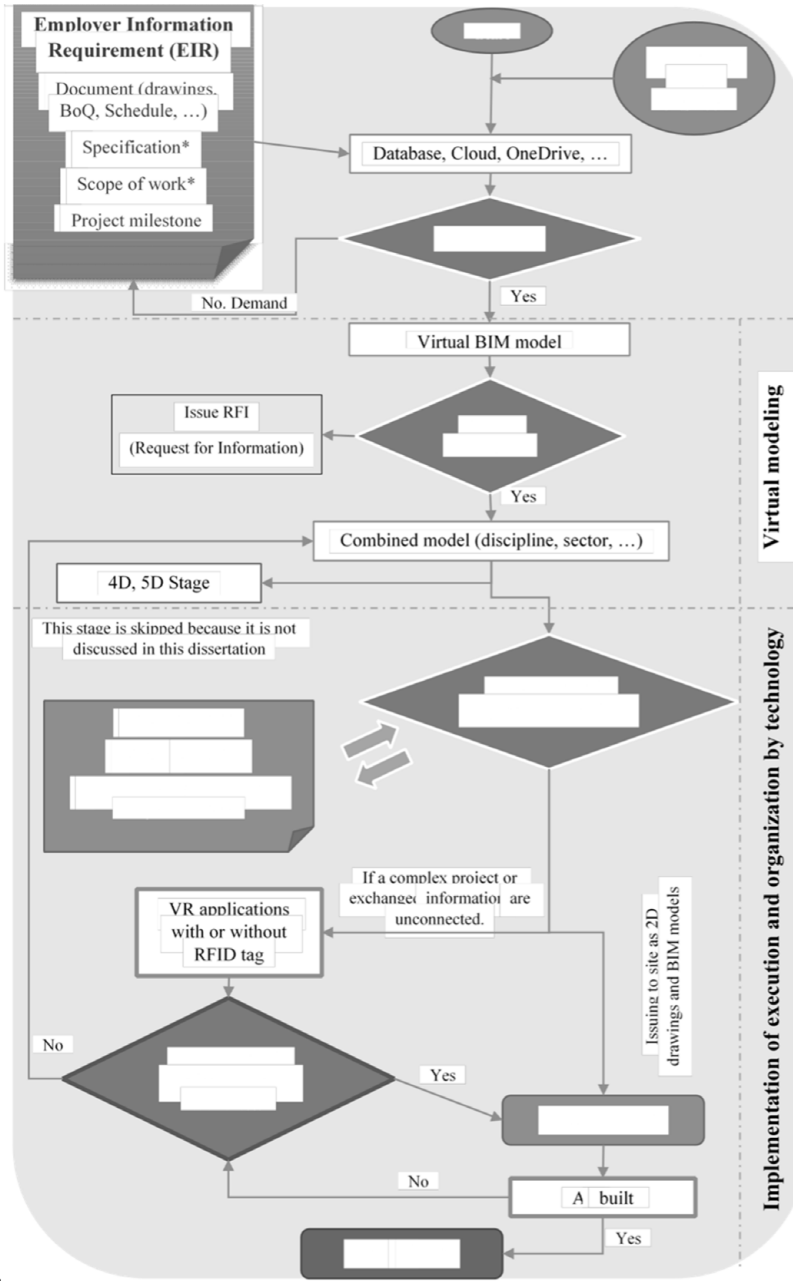


Fig. 9: Implementation by technology in Guideline Map for issuing a virtual process in BIM life cycle: from virtual construction to pre-hand over stage [2]

The task of this research is used to solve the research questions consisting of:

1. Why new digital technology is used irresolutely off-site? Analysing current applications and specify a guideline map reference to virtual construction process and issue on site.
2. Which sector may new digital technology replace the conventional work? Indicating benefit of using digital technology in BIM workflow by evaluating scope of work duration between schedule.
3. Which level of organization has opportunities to apply digital technology on their work? Examining the study cases and highlight the different type of construction sector applied by digital technology as well as the compatibility with BIM environment [2].

Mostly project manager will not be involved in model authoring. However, they have to ensure that all key elements required delivering a successful BIM project. Depending on which level of their impact on the life cycle, they will draw a map to define BIM stages in details. Technology implementation method is the process of adopting an innovation from:

- Awareness
- Persuasion
- Decision making
- Implementation
- Confirmation.

This method will go through the guideline map in figure 9 shows that the awareness and persuasion from innovative technology method in a direct arrow from Execution and Organization method to Construction in general. It indicates that not every projects have the same factor or scale to applying BIM or digital technology effectively. Almost conventional work in any construction or architectural

company can help their team to achieve the task or target successfully. A high story building, which is sorted as large scale project, does not mean that it causes many trouble for engineer in both design and site team can complete their work. Usually the typical floor repeats through a vertical axis which will make the steps easier somehow.

The implementation takes place when perhaps the difficult level to conduct the work or in a zone/at a level/ a type of work/the usage of a new technology or materials in the project requires firm knowledge and experience. Consequently, in this guideline map where the Implementation step starts at Execution and Organization method where the team will define the scope of work they need to do based on the tasks and the Work Breakdown Structure (WBS) on the schedule.

Decision making in innovative technology method here when the issuing document to site is impossible because plenty of information or it is a difficult task/project. The option using VR to solve the difficult may need to spend money for an expensive headgear and a strong computer. Therefore, solution should be evaluated before beginning to conduct. The Implementation and Confirmation can achieve when the task is solved. Visualization is used commonly in architectural concept and design but in this method, visualization is measured as a solution to exchange information rapidly and reliably in execution and organization method.

In Figure 9, it is necessary to notice on the Guideline map that the Scope of work* and Specification* in EIR is from the clients for what they want to demand. While the Scope of work** and Specification** is taken from company, department or sometimes from suppliers. It is used for reference engineers need to verify for their work on site.

WBS is defined as a 'deliverable oriented hierarchical decomposition of the work to be executed by the project team' where defines a scope of work into manageable smaller tasks for the project team can understand facile, more level of the work breakdown structure will provides definition and details more clearly. The main benefit of WBS is defining and organizing the project work, allocate the budget or labor source on timeline or schedule (also used in 4D and 5D stage).

However, the practice from WBS used more for project manager, planner or

scheduler who answer the question when or what time. The aim of applying technology in here to response the question how and why. The scope of work mentioned in the Figure 9 explain steps and equipment needed to do a task in WBS on a schedule. In addition, either the Specification in the blue box usually refers to the document in department showing 'this task' need 'this equipment' with 'these labor' in 'these steps'.

3.1 Conclusion

The Guideline Map gave a suggestion and requirement for BIM department where it is the connection from all the data received before handing over to site through execution and organization method department. It can be considered as a standard level of applying BIM to coordinating between parties and conduct the model follow a virtual process. BIM is as a connecting point of data before delivery to the team on site. After the first virtual process, the implementation added next to execute and organization method as a right hand to solve the problem between tackling the information into practical knowledge and work. The implementation from new digital technology does work effectively when it goes through virtual process before and project team should consider the difficulty or level of precise from current task on schedule. Follow these steps, they can issue the work to site by data in drawings or consider determining the scope of work by tasks on schedule more clearly.

Contents of the Guideline map differ from covering the virtual construction process to detailed level in determining a part of work from the whole project by digital technology. It is not necessary to afford cover the whole process of a project but focus in certain specific part. The idea is quite similar with the way UK BIM Standard workflow delivery construction process, which cover a specific area in total [2].

4 THE ALGORITHM FOR OPTIMIZING THE USE OF BUILDING MATERIALS WITH 4D BIM

The idea of rational construction is not necessarily related to BIM, in addition,

these two approaches are independent of each other, and any of them can exist independently. However, there is synergy between them. When used correctly, BIM will serve as the basis for the results expected from a new type of construction approach. BIM has features.

Objectives of the study:

1. To analyze the ability of information modeling and the Revit software product for the possibility of implementing an optimization tool.
2. To study the methods of data structuring and the principles of operation of evolutionary algorithms.
3. Develop an add-in that allows to optimize the volume of material based on the methods studied.
4. Test the developed tool, and then conduct testing at the residential building.
5. Compare the resulting volumes of materials with volumes obtained without the use of an optimization tool.

There is great research interest in the processing of building waste, but less attention is paid to reducing the consumption of building materials, and therefore to reducing waste. It should be borne in mind that the most effective way to deal with any solid waste is not to create it in the first place. Reducing the scale of waste generation saves not only money, but also a place for waste disposal.

It is possible to reduce the amount of construction waste by optimizing the layout of sheet materials. A similar problem has already been studied and successfully solved in other sectors using evolutionary algorithms (further – EA).

This study explores the possibility of implementing EA-based optimization methods using the BIM platform and developing an automated optimization tool. Then the developed tool can be used to create optimized cutting schemes for flat materials, thereby minimizing material costs.

To answer the research question and fulfill the main goal, two tasks were set:

- using the Grasshopper visual programming tool, develop a plug-in that identifies the necessary parts of the material, and also generates optimized layouts for layout and cutting of the material;
- test the developed tool on a real project developed in Revit and evaluate the generated schemes in terms of the difference in volumes and cost when using the tool and without it.

It should be noted that the algorithm described using the plug-in will work equally for any “conditionally flat”, that is, sheet materials, such as gypsum board or wood panels, ceramic tiles or facade panels. At the same time, testing took place for surfaces of various sizes, lined with ceramic tiles. This was done so that the developed tool could be immediately put into practice for calculating volumes on a real project.

4.1 Plugin development

The Grasshopper based on the Rhinoceros engine is a platform for automation through the implementation of algorithms through a visual programming interface. The entire algorithm chain consists of “nodes”: blocks in which various actions and operations, including mathematical ones, are described in a programming language. By connecting such blocks, you can build the operation of the algorithm. Also, some nodes allow to register the missing blocks of the algorithm using .NET-compatible languages such as C#. This option was very useful due to the complexity of the task.

In order to develop an optimization tool, an analysis was made of various methods proposed for similar tasks in other industries. Based on a review of the literature, it was decided to use a hybrid approach. An algorithm of the form Next-Fit was chosen as the most quickly solving the problem of packaging in a container, provided that the data received for processing are pre-sorted correctly. Such a sequence can be called an optimized sequence, and it can be determined using the evolutionary algorithm.

The algorithm has two main phases.

Step 1. At the first stage, it extracts geometric data from the BIM model. The Dynamo tool built into the Revit environment is also involved at this stage, through which data is exported to Grasshopper. Knowing the given sizes of the material samples, the algorithm finds the most desirable arrangement of elements. In this case, the starting point of the layout and direction can be set by the designer. Next, the number of whole elements is calculated, the contour of the parts that need to be cut from the whole panel samples is also determined, after which the data is systematized.

Step 2. The purpose of the second stage is to create models for cutting these parts from whole elements in such a way as to minimize the amount of unused material. In fact, this is the same as minimizing the number of whole elements needed to cut into pieces of the required size. Therefore, the algorithm should solve the problem of packing two-dimensional containers. Here, the required elements are the elements that need to be “packaged”, and the whole elements are “containers” of the same size.

The second stage of the algorithm is based on Next-Fit packaging. In a Next-Fit package, an element is placed in the current container (that is, the closest in the sequence), if it is able to fit there. Otherwise, a new (next in sequence) container is checked, which is considered current at this moment.

There are three main steps in the second step. The first is packaging, that is, the Next-Fit algorithm is implemented and the items are “stacked” in containers. The second is fitting – this process determines whether an element is placed in a container or not. The third step at this point is the sorting procedure. This is an EA-based algorithm that finds the optimal sequence of elements.

4.2 Testing the plugin

After developing the plugin, it was necessary to test it and evaluate the correctness of work before using it on a real project. Testing differs from debugging and the process of trial runs for calibration, which were performed throughout the development process.

All tests were carried out on a BIM model of a building, a wall of arbitrary length, the angles of which are straight. Figure 10 shows an isometric view of a model of an object. Figure 11 shows the raw material dimensions (part of the general algorithm).

Data that is processed in the Rhinoceros software using an algorithm written in Grasshopper is output as numerical values.

The idea of including evolutionary algorithms in the systematization and optimization processes is not new, however, it is usually applied only in working with big data in the IT sphere; no tools using the principles of such algorithms are found in the construction industry. The add-on developed on the basis of Grasshopper gives a graphical representation of the layout of materials and numerical results, through which the effectiveness of the developed tool is proved. The performance of the plugin confirms the testing.

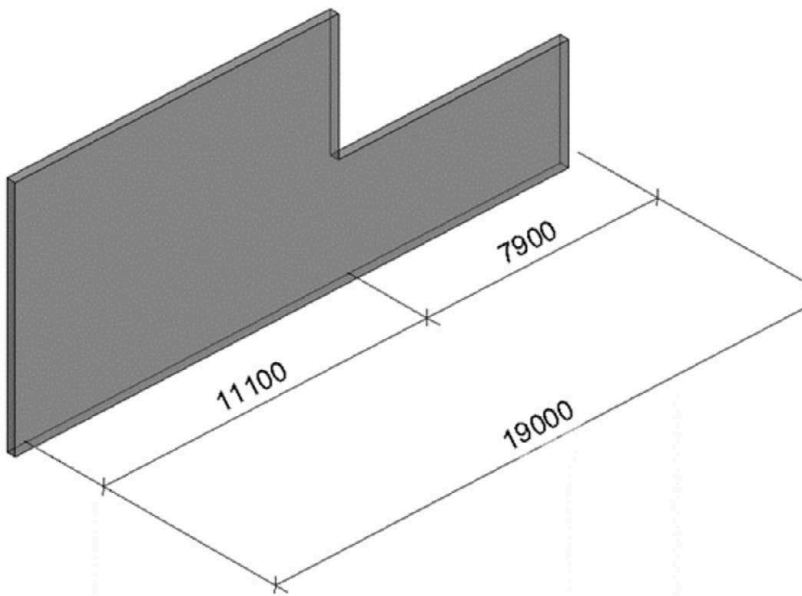


Fig. 10: Wall model for testing [3]

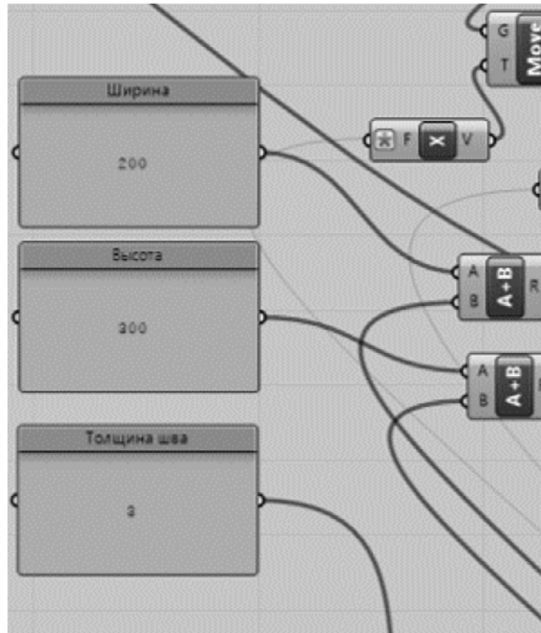


Fig. 11: Raw material dimensions (width, height, thickness of the seam) [3]

4.3 Description of the designed building

The building under consideration is a 6-8-storey building with underground parking (Figure 12). Functionally, the object is divided into 4 sections. The first floors of the sections are given under the built-in service facilities and a strong point of law and order. The height of the floors from floor to floor is 3.60 m for the first floors, and 3.36 m for the remaining floors, which makes it possible to get 3.06 m of residential floors from floor to ceiling. The walls are made of masonry and are self-supporting 250 mm thick with plaster layer and facing brick inserts. The first and second floors are faced with natural stone. The floors in the common areas were finished with ceramic tiles, the calculations of which were made in this study.

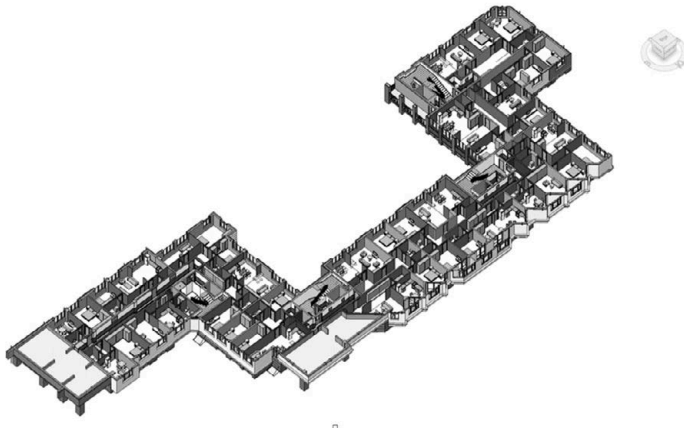


Fig. 12: Model of a typical floor of a building [3]

4.4 Application of the algorithm

After successful testing, the developed add-in was used to optimize the volume of ceramic tiles used at a real facility, which is currently under construction. This situation made it possible to compare the resulting values with those that were obtained without using a tool. An offer made on the object with a list of works and materials made it possible to recalculate the received volumes in value and perform a comparison in cash.

When applying the tool in practice and working with specific materials, in this case with ceramic tiles, the algorithm is somewhat simplified. Its general view in the Grasshopper software package is shown in Figure 13.

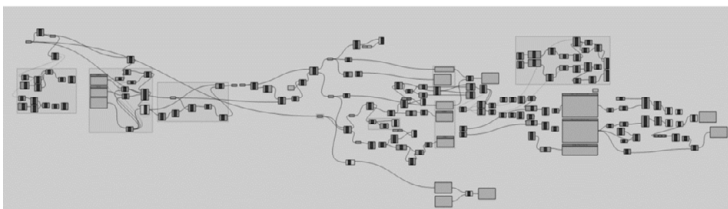


Fig. 13: General view of the algorithm [3]

Eight steps of the optimization procedure can be distinguished.

Step 1. The “Function” parameter defines the elements on which surfaces the material will be laid out, they are exported from the Revit software package and imported into Rhinoceros + Grasshopper. Export occurs when sessions of both programs are launched simultaneously.

Step 2. In the input data field (Figure 11), the user enters the dimensions of the material, the layout of which will be performed. In the case of tiles, these are two dimensions - width and height, as well as the distance between the samples - the thickness of the filling seam.

Step 3. The user either indicates the starting point of the layout, or selects an automatic selection method. In this example, the layout pattern was determined by the design project, so the starting point was chosen by the designer on the assignment.

Step 4. The next step is to separate samples from the tile array, which is limited by the surface contour, that do not fall into this contour.

Step 5. Next, all samples are divided first into two, and then into three conditional groups. The first step is to separate an array of whole instances that do not require geometric transformations. The second group is the elements, part of which must be cut to close the existing slot on the surface, and the second part will be an unused trim.

Step 6. At this stage, specimens from the second group are sorted by the main size into horizontal and vertical (depending on the larger side). Elements lying on the corners of the surface, and therefore the trim which will be an L-shaped instance, are taken into account by the add-in as whole.

Step 7. After sorting, the instances are processed by an evolutionary algorithm that solves the packaging problem. The required pieces are packed in a container - a whole copy of the tile. Sorting and packaging take up most of the time the script runs.

Step 8. The result is issued as a list of instances packed into an entire element. The number of initially integer elements is calculated (the sum also includes angular ones), the number of integer elements collected from scraps is added to the resulting number.

Step 9. The data are displayed graphically with the designation of the size of the instance according to the size of the main side (depending on whether the horizontal element or vertical).

4.5 Conclusion

Based on the results of processing all the elements identified inside the model as surfaces for facing with ceramic tiles and summing these volumes over all floors, the results are presented in Table 1.

The cost of materials was taken from a commercial proposal submitted by a contractor that performs finishing and purchasing materials.

Table 1. Volume Count Results [3]

Type of material	Area before optimization, m ²	Area after optimization, m ²	Cost per 1 m ² , euro	The difference in cost (saving), euro
Ceramic granite MARVEL PRO Delicato, 600x600mm	722,84	535,58	67,12	12 568,89
Ceramic granite Gres 0645 white matte, 300x300mm	235,45	195,36	9,59	384,46

An important result of this work is the proof that it is possible to develop an optimization application based on EA in combination with information modeling of a building in order to automatically generate materials cutting schemes. This demonstrates that the use of such an optimization algorithm on the BIM platform should be considered as an effective way to reduce material waste. Given the large amount of construction work to date, contractors and, therefore, customers can save a significant amount of money using this tool. In addition, you can use this automated optimization tool when working with a large number of materials [3].

5 REFERENCES

- [1] Pertseva A. E. The project of the hockey arena with the control of the construction time on the basis of the information model: final qualification work of the specialist: 05/08/01 - Construction; 05/08/01_01 - Construction of high-rise and wide-span buildings and structures / A. E. Pertseva; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Civil Engineering; supervisor M. A. Romanovich; standard control consultant A.N. Novik. - St. Petersburg, 2019.
- [2]. Tran Nguyen Anh Quan. Implementation on the digital approach in execution and organization stage of construction: final qualification work of the master: 08.04.01 - Construction; 04/08/01_12 - Civil Engineering (international educational program in a foreign language) / Tran Nguyen Anh Quan; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Civil Engineering; supervisor M. A. Romanovich; standard control consultant A.E. Radaev. - St. Petersburg, 2019.
- [3]. Vaititsky A. A. Optimization of the use of construction materials in building information model creating: final qualification work of the master: 08.04.01 - Construction; 04/08/01_17 - Urban construction and economy / A. A. Vaititsky; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Civil Engineering; supervisor M.A. Romanovich. - St. Petersburg, 2019.

Der Klimawandel und die Bauausführung; eine Her- ausforderung für Kalkula- tion und Ausführung

Umgang mit veränderten Bedingungen
durch AN und AG

Dipl.-Ing. Dr. techn. Dieter Schlagbauer

iC Consulanten

Mag. Otmar Petschnig

Fleischmann & Petschnig Dachdeckungs GmbH

1 EINLEITUNG

Die Ausführung von Bauleistungen ist bis zu einem gewissen Grad wesentlich von den klimatischen Bedingungen abhängig. Als wesentliche Einflussfaktoren sind hierbei die Temperatur, der Niederschlag sowie Hitze- und Niederschlagsereignisse zu identifizieren.

Dass eine Veränderung dieser Einflüsse derzeit erfolgt bzw. auch zukünftig zu erwarten ist, zeigen die Darstellungen der ZAMG sowie eine Datenauswertungen für Frost-, Eis-, Sommer- und Hitzetage aus Daten der Stadt Wien im Zeitraum 1990 bis 2018.

Die Überlegungen im Hinblick auf den Einfluss der klimatischen Bedingungen auf die Kalkulation von Bauleistungen im Allgemeinen und von Dachdecker- und Spenglerarbeiten im Speziellen stellt den Hauptteil der Ausführungen dar.

Dabei erfolgt die Betrachtung der gewählten Thematik aus verschiedenen Blickwinkeln, da für Auftraggeber und Auftragnehmer, sowie die in Unternehmen beschäftigten Arbeitnehmer unterschiedliche Fragestellungen zu behandeln sind.

2 VERÄNDERUNG DER WITTERUNGSBEDINGUNGEN IM ALLGEMEINEN

Eine Veränderung der Witterungsbedingungen, die auch einen Einfluss auf die Baukonstruktion darstellt, kann bei Weller et. al. gefunden werden.¹ Die Autoren erklären dabei einleitend:²

„Auf der Grundlage einschlägiger Erkenntnisse aus der Klimaforschung besteht in

¹ Weller B.et. al.: Klimawandel. In: Baukonstruktion im Klimawandel. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2016

² Weller B.et. al.: Klimawandel. In: Baukonstruktion im Klimawandel. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2016, S.5

diesem Wissenschaftszweig ein weitreichender Konsens, wonach ein Klimawandel stattfindet, welcher insbesondere durch eine für das 20. Jahrhundert nachgewiesene globale Temperaturerhöhung geprägt ist. Darüber hinaus gilt in der Klimaforschung als gesichert, dass diese globale Erwärmung im 21. Jahrhundert fortschreiten wird und dass einzig die Intensität des zukünftigen Temperaturanstiegs durch Klimaschutzmaßnahmen beeinflusst werden kann (IPCC 2007).“

2.1 Aussagen der ZAMG zu Klimawandel und deren Auswirkungen

Auf der Homepage der ZAMG³ findet sich ein Informationsportal zum Klimawandel, in welchem ein Bezug verschiedene Regionen und Global die Klimazukunft dargestellt wird. Mit Bezug auf den Alpenraum wird festgehalten:

*„Der Alpenraum war vom Klimawandel bis jetzt stärker als andere Regionen betroffen. So wurde in den österreichischen Alpen ein höherer Temperaturanstieg als im globalen Vergleich gemessen. Die Jahresniederschlagsmenge wird sich in Zukunft vermutlich nur geringfügig ändern, wobei Niederschlagstrends Unterschiede zwischen dem Nord-Westen mit einer Zunahme und dem Süd-Osten mit einer Abnahme innerhalb des Alpenraums vorhersagen. Grundsätzlich wird man auch mit einer kürzeren Schneedeckendauer im gesamten Alpenraum rechnen müssen.“*⁴

Dabei wird noch konkreter auf die bereits als Einflussgrößen identifizierten Parameter Lufttemperatur, Niederschlag, Hitze und Starkregen im Detail eingegangen.

2.1.1 Lufttemperatur

Hinsichtlich der Veränderungen der Lufttemperatur finden sich folgende Aussagen auf der Seite der ZAMG:⁵

³ <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel>

⁴ <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/alpenraum>

⁵ <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/alpenraum/lufttemperatur>

- „Im Alpenraum hat der globale Klimawandel in den letzten 50 Jahren zu einem etwas stärkeren Temperaturanstieg geführt als in vielen anderen Gebieten der Erde.“
- „Abbildung 1 zeigt oben die globale Temperaturentwicklung der letzten knapp 170 Jahre, also des durch Messdaten belegten Zeitraumes. Die 2000er-Jahre waren mit einer Abweichung von $+0,49^{\circ}\text{C}$ (über dem Mittelwert des Zeitraumes 1961–1990) das bisher wärmste vollständige Jahrzehnt. Alleine in den ersten Jahren des neuen Jahrtausends (2001–2017) erwärmte sich die bodennahe Atmosphäre um $0,25^{\circ}\text{C}$.“

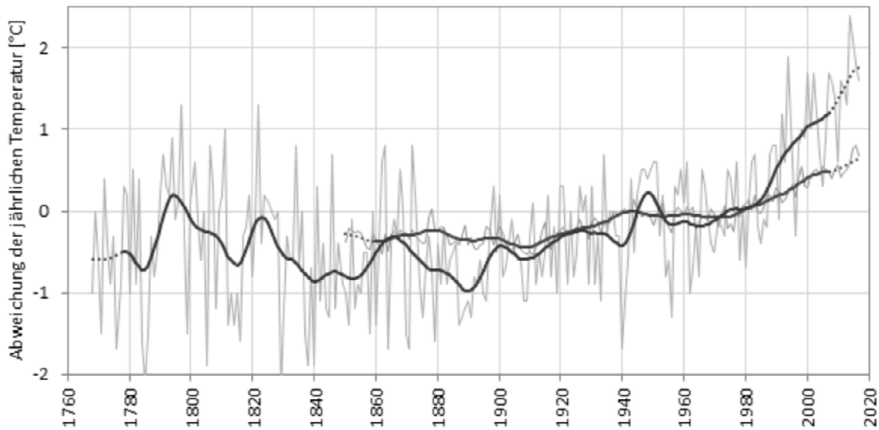


Abb. 1: Entwicklung der mittleren Jahrestemperatur weltweit 1850–2017 und in Österreich 1767–2017. Dargestellt sind jährliche Abweichungen vom Mittel der Jahre 1961–1990 (dünne Linien) und deren geglättete Trends (dicke Linien, 21-jähriger Gauß'scher Tiefpassfilter).⁶

⁶ Auer et al.: HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760–2003. International Journal of Climatology 27, 2007, 17–46, doi: 10.1002/joc.1377 und

Morice et al.: Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: the HadCRUT4 dataset. Journal of Geophysical Research 117, 2012, D08101, doi:10.1029/2011JD017187

- *„Regional gibt es natürlich Abweichungen vom weltweiten Erwärmungstrend. Wie man aus Abbildung 1 erkennt, gehört Österreich zu den Regionen, in denen die Temperaturzunahme stärker als im weltweiten Mittel ausgefallen ist – und zwar etwa doppelt so stark.“*
- *„Innerhalb Österreichs verliefen die Langzeitvariationen des Temperaturverlaufs in großer räumlicher Übereinstimmung. Nennenswerte Unterschiede in der Temperaturentwicklung gab es weder in der Horizontalen noch in der Vertikalen: Auf dem Sonnblick in 3100 m Seehöhe z. B. hat sich die Atmosphäre seit dem Ende des 19. Jahrhunderts ebenso um etwa 2° C erwärmt wie in Wien.“*

2.1.2 Niederschlag

Betreffend der Niederschlagsentwicklung hält die ZAMG fest:

„Die Modellergebnisse zeigen dabei, dass die Niederschläge generell abnehmen, obwohl hier teilweise gegensätzliche Trends zwischen Beobachtungen und Simulationen in bestimmten Gebieten festzustellen sind.“⁷

2.1.3 Hitze

Zur Hitzeentwicklung in Österreich hält die ZAMG grundlegend fest, dass heiße Tage und Sommertage zunehmen werden und Anzahl der warmen Nächte steigen wird. Im Detail wird erklärt:⁸

- *„In einer frühen Untersuchung wurden für Österreich [...] die relative Häufigkeit von heißen Tagen (Tageshöchsttemperatur $\geq 30^\circ\text{C}$) und Sommertagen (Tageshöchsttemperatur $\geq 25^\circ\text{C}$) für die Perioden 1961–1990 und 2020–2049 für Wien in den Sommermonaten Juni, Juli und August verglichen. Es zeigt sich ein Anstieg in der Häufigkeit von heißen Tagen*

⁷ <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/alpenraum/niederschlag>

⁸ <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/alpenraum/hitze>

von 10 % auf 24 % sowie von 40 % auf 69 % im Fall der Sommertage.“

- „Eine weitere Untersuchung zur nächtlichen Abkühlung ergab, dass sich im Vergleich zur Periode 1961–1990 die Anzahl der warmen Nächte⁹ in der Periode 2019–2048 von 3,6 auf 22,9 in Graz und von 9,9 auf 33,6 in Wien an der Station Hohe Warte erhöhen wird.“

2.1.4 Starkregenereignisse

Hinsichtlich der zu erwartenden Starkregenereignisse zeigt sich eine zu erwartende Zunahme, wobei vor allem die Osthälfte Österreichs betroffen sein wird. Im Detail wird dabei erläutert:¹⁰

- *„Die Modelle zeigen dabei in den Wintermonaten Dezember, Jänner und Februar eine Erhöhung der Niederschlagstage als auch der Niederschlagsintensitäten von +10 %, die insgesamt zu einer Erhöhung des mittleren Niederschlags von +20 % führt.“*
- *„Einer anderen Studie zufolge, in der die beiden Perioden 1963–2006 und 2007–2051 verglichen wurden, werden für Österreich die Intensitäten bei 30-jährlichen Niederschlagsereignissen um 17–26 % zunehmen. Dabei soll diese Zunahme besonders den Südosten und Osten Österreichs in den Herbstmonaten betreffen.“*
- *„Des Weiteren zeigt sich, dass die extremsten Tagesniederschläge (Intensität 99er Perzentil) vor allem in der Osthälfte Österreichs in der Periode 2071–2100 bereits um bis zu 40 % stärker werden könnten.“*

⁹ Temperaturminimum nicht weniger als 18° C, wenn die Nacht auf ein Tagesmaximum von $\geq 30^\circ$ C folgt

¹⁰ <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/alpenraum/starkniederschlag>

2.2 Jahresrückblick der Stadt Wien mit Schwerpunkt auf 2018

Die Stadt Wien beschreibt das Jahr 2018 folgendermaßen:¹¹ „Wärmstes Jahr der Messgeschichte, nach kaltem Februar und März viel Sonne im April und viel Regen im Juli“.

In Bezug auf die Temperatur wird festgestellt, dass das Jahr 2018 mit einem Jahresmittel von 12,4 °C das wärmste der Messgeschichte war. Die Abweichung zum Mittel 1981 bis 2010 liegt dabei bei +2 °C. Große positive Temperatur-Anomalien gab es dabei in folgenden Monaten:

- Jänner (Abweichung +3,9 °C),
- April (+5,1 °C),
- Mai (+3 °C),
- Juni (+2,6 °C),
- August (+3,3 °C) und
- Oktober (+2,8 °C).

Aber auch die Monate Juli, September, November und Dezember waren um 1,5 bis 2 °C wärmer als die jeweiligen vieljährigen Mittelwerte. Zusammenfassend ergibt sich aus diesen Werten der wärmste Frühling, der drittwärmste Sommer und der zweitwärmste Herbst seit Messbeginn (1775).¹²

Zum Niederschlag wird festgestellt, dass die Niederschlagsmenge, summiert über das Jahr 2018, leicht überdurchschnittlich (+6 %) war.

¹¹ <https://www.wien.gv.at/statistik/wetter/index.html#jahresrueckblick>

¹² Vgl. <https://www.wien.gv.at/statistik/wetter/index.html#jahresrueckblick>

Auf die einzelnen Jahreszeiten bezogen war der Frühling um 18 Prozent niederschlagsärmer, die Sommerniederschlagsmengen waren um 30 bis 34 Prozent weniger Regen als im Mittel zu verzeichnen. Deutlich überdurchschnittlich waren die Niederschlagsmengen im September mit 99 Millimeter (+63 %) und Dezember mit 112 Millimeter (+132 %).¹³

2.3 Entwicklung von Frosttage, Eisstage, Sommertage, Hitzetage in Wien

Die Auswertung der Wetterstatistiken der Stadt Wien¹⁴ zeigt ebenso einen Anstieg von Sommer¹⁵- und Hitzetagen¹⁶ sowie einen Rückgang an Frost- und Eis- tagen

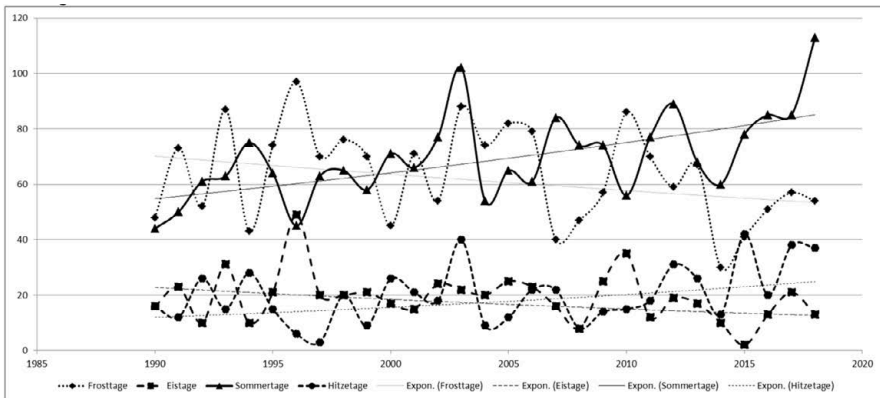


Abb. 2: grafische Darstellung des Verlaufs der klimatologischen Kenntage in Wien¹⁷

Die Grafik zeigt, dass die Trendentwicklung bei Sommer- und Hitzetagen eine Zunahme zeigt und umgekehrt bei Frost- sowie Eis- tagen ein Rückgang erkennbar

¹³ Vgl. <https://www.wien.gv.at/statistik/wetter/index.html#jahresrueckblick>

¹⁴ <https://www.wien.gv.at/statistik/wetter/index.html#daten>

¹⁵ Die Tageshöchsttemperatur beträgt mindestens 25 Grad Celsius.

¹⁶ Die Tageshöchsttemperatur beträgt mindestens 30 Grad Celsius.

¹⁷ Eigene Darstellung basierend auf <https://www.wien.gv.at/statistik/wetter/index.html#daten>

ist. Diese Daten bestätigen somit die bereits zuvor wiedergegebenen Aussagen der ZAMG für das Bundesland Wien.

3 KALKULATION VON BAULEISTUNGEN

Die Rahmenbedingungen der Kalkulation von Bauleistungen werden durch die Ausschreibungsunterlagen, welche im Wesentlichen aus der Leistungsbeschreibung, den Planunterlagen sowie den Vertragsbedingungen bestehen und im Einzelfall um zusätzliche Unterlagen, die eine Erläuterung der Rahmen- oder Ausführungsbedingungen bzw. der geforderten Leistungen enthalten, ergänzt.

Grundlage der Bauvertrages bildet in Österreich in den meisten Fällen die ÖNORM B 2110 bzw. B 2118 oder die allgemeinen Geschäftsbedingungen, die ergänzend oder ersetzend zur ÖNORM herangezogen werden.

Das Thema der klimatischen Einflussfaktoren und deren zu berücksichtigender Umfang ist dabei in beiden Normen in unterschiedlicher Genauigkeit beschrieben.

3.1 ÖNORM B 2110

In der ÖNORM B 2110 findet sich unter Punkt 7.2.1 „Zuordnung zur Sphäre des AG“ folgende Festlegung:

„Der Sphäre des AG werden außerdem Ereignisse zugeordnet, wenn diese

1. die vertragsgemäße Ausführung der Leistungen objektiv unmöglich machen, oder

2. zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses nicht vorhersehbar waren und vom AN nicht in zumutbarer Weise abwendbar sind.

Ist im Vertrag keine Definition der Vorhersehbarkeit von außergewöhn-

lichen Witterungsverhältnissen oder Naturereignissen festgelegt, gilt das 10-jährliche Ereignis als vereinbart.“¹⁸

Als Jährlichkeit wird dabei die Wiederkehrwahrscheinlichkeit von Ereignissen - in 1/a („pro Jahr“) - angegeben. Beispielsweise ist ein 10-jährliches Ereignis dadurch bestimmt, dass dieses Ereignis durchschnittlich ein Mal in 10 Jahren auftritt.¹⁹

Damit bietet die ÖNORM B 2110 jedem AG die zu berücksichtigenden Rahmenbedingungen der Witterungsverhältnisse selbst festzulegen bzw. legt selbst den Rahmen fest, wenn im Vertrag keine weiteren Festlegungen getroffen werden.

Hinsichtlich der Berücksichtigung der Witterungerschwernisse stellt die ÖBNORM B 2110 zudem in Punkt 4.2.3 Ziffer 7 klar, dass für zusätzliche Leistungen oder Erschwernisse eigene Positionen vorzusehen sind: ²⁰ *„Zusätzliche Leistungen oder Erschwernisse für den Fall der Weiterarbeit während der Winterperiode sind in eigenen Positionen zu erfassen“.*

3.2 ÖNORM B 2118

Die ÖNORM B 2118 bietet hinsichtlich der Sphärenzuordnung eine umfangreichere Festlegung:

„Der Sphäre des AG werden außerdem Ereignisse zugeordnet, wenn diese zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses nicht vorhersehbar waren und vom AN nicht in zumutbarer Weise abwendbar sind. Das sind insbesondere:

1. Streik, Aussperrung, Krieg, Terroranschläge, Erdbeben oder außergewöhnliche Elementarereignisse, z. B. Hochwasser und Überflutungen;

¹⁸ ÖNORM B2110

¹⁹ Vgl. Oberzaucher J.: Schlechtwetter am Bau - Jährlichkeiten; Vortrag bei ö. Wiener Gespräche Wissenschaft und Bauwirtschaft, TU Wien, 2014, S.4

²⁰ ÖNORM B2110

2. außergewöhnliche Witterungsverhältnisse auf der Baustelle:

a) Einzelereignis: Außergewöhnliche Witterungsverhältnisse liegen vor, wenn bei einem kurzfristigen Niederschlagsereignis die 15-minütige oder 48-stündige Niederschlagspende über dem 20-jährlichen Ereignis der nächstgelegenen Wetterbeobachtungsstelle der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) gelegen ist. Ist im Vertrag keine Definition der Vorhersehbarkeit von außergewöhnlichen Witterungsverhältnissen oder Naturereignissen festgelegt, gilt das.

b) Periodenbezogen: Außergewöhnliche Witterungsverhältnisse liegen vor, wenn bei längeren Betrachtungszeiträumen die Ausfallszeiten in der betroffenen Periode den Mittelwert der selben Periode in den 10 Jahren vor dem Jahr der Angebotsabgabe um mehr als die vereinbarten Werte übersteigen.

Ohne besondere Vereinbarung gilt hierfür die Regelung gemäß Schlechtwetterkriterien gemäß Anhang B („Schlechtwettertage Bau“) der ZAMG bezogen auf die nächstgelegene Wetterbeobachtungsstelle. Bei Bauphasen zwischen vereinbarten Zwischenterminen gelten diese als Betrachtungszeitraum, maximal jedoch ein Zeitraum von einem Kalenderjahr. Grenzwerte für die Definition außergewöhnlicher Witterungsverhältnisse:

Dauer der Periode:

1 Monat Abweichung vom Mittelwert: 100 %

6 Monate Abweichung vom Mittelwert: 50 %

12 Monate Abweichung vom Mittelwert: 20 %

Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

Für die Ermittlung der entsprechenden Verlängerung der Leistungsfrist gelten die den Mittelwert übersteigenden dokumentierten Ausfallszeiten zufolge Schlechtwetter gemäß den Kriterien der ZAMG sowie dokumen-

tierte Ausfallfolgetage, sofern jeweils eine tatsächliche Behinderung eingetreten ist (Ausfalltage, Ausfallfolgetage und Tage mit reduzierter Leistung anteilig).

3. Lawinengefahr und Lawinenabgang;

4. Sturm, sofern eine Weiterarbeit aus Sicherheitsgründen auf Grund der Windgeschwindigkeit nicht möglich oder nicht zumutbar ist;

5. Rutschungen, deren Ursache nicht vom AN zu vertreten sind;

6. allgemeine Witterungsverhältnisse in folgenden Fällen:

wenn Leistungen dergestalt mit Ausführungsfristen verbunden sind, dass dem AN keine Dispositionsmöglichkeiten offen stehen und die vertragsgemäße Ausführung dieser Leistungen durch Witterungseinflüsse objektiv unmöglich gemacht wird.

Für alle Ereignisse aus 1), 3), 4), 5) und 6) besteht ein Anspruch auf Verlängerung der Leistungsfrist für die Dauer des Ereignisses (Ausfallzeit) und allfälliger Ausfall-Folgezeiten (z. B. Behebung allfälliger Schäden).“

Mit diesen Festlegungen werden die zur Beurteilung heranzuziehenden Kriterien im Vergleich zur ÖNORM B2110 deutlich konkreter angesprochen, hinsichtlich der außergewöhnlichen Witterungsverhältnisse wird speziell für Niederschlag die 20-Jährlichkeit und allgemein ein Abweichen vom Durchschnitt der letzten 10 Jahre für die zu vergleichende Periode herangezogen.

3.3 ÖNORM B 3691: 2019 05 01 Planung und Ausführung von Dachabdichtungen

In der ÖNORM B 3691 sind an drei Stellen wesentliche Hinweise für die Berücksichtigung von Witterungsbedingungen vorhanden:

- Im Punkt 5.2 Planungsanforderungen für die Bauphase findet sich folgender Passus

„Dachabdichtungsarbeiten sind im Hinblick auf die zu erwartenden Witterungsverhältnisse der Bauzeit zu planen. In Abhängigkeit von den geplanten Materialien und Arbeitsverfahren ist die Durchführung von Abdichtungsarbeiten bei Frost, Schneelage, Feuchtigkeit oder Wind einfluss nur eingeschränkt oder gar nicht möglich. [...] Für Arbeiten bei Oberflächen oder Werkstofftemperaturen unter +5°C sind Sondermaßnahmen zu planen, sodass die Verklebung mit dem Untergrund und die Nahtverbindungen nicht negativ beeinflusst werden.“²¹

Hier findet sich also eine klare Definition für den Ausschreibungsersteller, dass er dies in der Planungsphase zu berücksichtigen hat.

- Zur Ausführung wird unter Punkt 6.1 festgehalten

„Für vollflächig verklebte Abdichtungen darf die Oberflächentemperatur der zu behandelnden Bauteile sowie die umgebende Lufttemperatur dabei +5°C nicht unterschreiten. Unter +5°C sind Sondermaßnahmen erforderlich, sodass die Verklebung mit dem Untergrund nicht negativ beeinflusst wird.“²²

- Ebenso wird unter Punkt 6.2 nochmals den Hinweis auf die Oberflächentemperatur der Werkstoffe.

3.4 Schlechtwetter Kriterien entsprechend der BUAK

Ob ein Schlechtwetter im Sinne des BSchEG²³ vorliegt, ermittelt die BUAK anhand der folgenden Kriterien:

- Temperatur (Kälte und Hitze)

²¹ ÖNORM B 3691

²² ÖNORM B 3691

²³ Bauarbeiter-Schlechtwetterentschädigungsgesetz 1957, Fassung vom 01.09.2019

- Niederschlagsmenge
- Schnee
- Windspitzengeschwindigkeit
- Kombination Wind-Temperatur

Als Grundlage für die wetterspezifischen Daten, die die BUAK von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) pro Postleitzahl/pro Tag/pro Stunde erhält werden folgende Kriterien geliefert.²⁴

3.4.1 Temperatur (Kälte und Hitze)

Unterschieden werden von BUAK dabei die Auswirkungen von hohen wie von tiefen Temperaturen.

3.4.1.1 Kälte²⁵

Bei extrem kalter Lufttemperatur wird für die Beurteilung der Belastung des Menschen die Kombination aus Lufttemperatur und Wind herangezogen. Diese Größe wird Windchill genannt und beschreibt die abkühlende Wirkung des Windes.

Kriterium: Sobald die **Windchill -10°C** oder kälter ist, ist diese Stunde eine Schlechtwetterstunde. Sobald drei solche Stunden aufeinander folgen, ist für den Rest des Tages Schlechtwetter. Wie sich die Kombination aus Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit auf die gefühlte Temperatur auswirkt, ist aus der untenstehenden Tabelle ersichtlich. Die Windchill Temperatur erreicht hier -10°C und tiefer.

²⁴ Vgl. https://www.buak.at/cms/BUAK/BUAK_2.1.4.3/fuer-arbeitgeberinnen/leistungen/schlechtwetter/kriterien

²⁵ https://www.buak.at/cms/BUAK/BUAK_2.1.4.3.1/fuer-arbeitgeberinnen/leistungen/schlechtwetter/kriterien/kaelte

Tabelle 2 Kombination Wind / Kälte für Windchill Temperatur mit -10°C oder tiefer

Lufttemperatur in °C	Windgeschwindigkeit von mindestens km/h
-1	18,4
-2	16,2
-3	14,4
-4	12,6
-5	11,2
-6	10,1
-7	9
-8	8,3
-9	7,2
-10	0

3.4.1.2 Hitze²⁶

Als **Kriterium** wurde festgelegt, dass in jenen Stunden in denen **+ 32,5°C** (Schattenmessung) überschritten werden, diese als Schlechtwetterstunden gelten.

²⁶ https://www.buak.at/cms/BUAK/BUAK_2.1.4.3.2/fuer-arbeitgeberinnen/leistungen/schlechtwetter/kriterien/hitze

Bis 30.04.2019 war die Temperaturgrenze mit mehr als 35°C festgelegt.

Von Seiten der BUAK wird angemekrt, dass Grundsätzlich zwar gem. § 5 (2) BSchEG die Verpflichtung besteht, eine Wartezeit von 3 Stunden auf der Baustelle einzuhalten (um abzuwarten, ob sich die Witterungsbedingungen ändern), dies ist aber bei Hitze nicht zielführend, da die Temperatur bis ca. 21 Uhr eher ansteigt bzw. gleich bleibt, als absinkt.

Eine wesentliche Information findet sich in den ergänzenden Erläuterungen zur Anwendung, in denen festgehalten wird, dass nach dem BSchEG die Entscheidung darüber, ob bei Schlechtwetter gearbeitet wird oder nicht, dem Arbeitgeber obliegt.

Damit steht man bei der hier anzuwendenden Regelung vor der Thematik, dass die Entscheidung des Arbeitgebers zu dokumentieren sein wird, um einen möglichen Anspruch gegenüber dem Auftraggeber durchsetzen zu können.

3.4.2 Niederschlagsmenge²⁷

Das Kriterium bei der Beurteilung, ob das Schlechtwetterkriterium Niederschlag²⁸ im Sinne des BSChEG vorliegt, ist eine detaillierte Betrachtung des Beobachtungszeitraumes sowie der Niederschlagsintensität vorzunehmen. Zu unterscheiden ist im Allgemeinen in

- Niederschlag vor der Normalarbeitszeit (17.00 Uhr - 07.00 Uhr) und
- Niederschlag während der Normalarbeitszeit (07.00 Uhr - 17.00 Uhr).

²⁷ https://www.buak.at/cms/BUAK/BUAK_2.1.4.3.3/fuer-arbeitgeberinnen/leistungen/schlechtwetter/kriterien/niederschlag

²⁸ Schnee, Hagel und jegliche Form von Regen stellen Niederschlag dar

3.4.2.1 Niederschlag - vor der Normalarbeitszeit

„Fallen größere Niederschlagsmengen vor Arbeitsbeginn, so können diese Schlechtwetter für den darauffolgenden Tag bzw. die folgenden Arbeitsstunden dieses Kalendertages auslösen. Die Beeinflussung der Arbeitstätigkeit durch Niederschlag, welcher kurz vor Arbeitsbeginn fällt, wird am höchsten bewertet, da die Abtrocknungs- und Abflusszeit hier am kürzesten ist. Der Beobachtungszeitraum beginnt am Vortag um 17 Uhr und endet am betreffenden Tag um 7 Uhr.“

Die Kriterien sind abhängig von Niederschlagsdauer und Niederschlagsintensität in der nachstehenden Tabelle im Detail dargestellt

Tabelle 3: Kriterien für Schlechtwetter- Niederschlag vor der Normalarbeitszeit

Angegebene Mindestniederschlagsmenge ergibt

Beobach- tungszeitraum	1 Stunde Schlechtwet- ter	2 Stunden Schlechtwet- ter	3 Stunden Schlechtwet- ter bzw. Rest des Tages
6 Uhr - 7 Uhr	1,0 mm	1,7 mm	2,4 mm
5 Uhr - 7 Uhr	1,7 mm	2,4 mm	3,0 mm
4 Uhr - 7 Uhr	2,4 mm	3,0 mm	3,5 mm
3 Uhr - 7 Uhr	3,0 mm	3,5 mm	4,0 mm
2 Uhr - 7 Uhr	3,5 mm	4,0 mm	4,5 mm
1 Uhr - 7 Uhr	4,0 mm	4,5 mm	5,0 mm

24 Uhr - 7 Uhr	4,5 mm	5,0 mm	5,5 mm
23 Uhr - 7 Uhr	5,0 mm	5,5 mm	6,0 mm
22 Uhr - 7 Uhr	5,5 mm	6,0 mm	6,5 mm
21 Uhr - 7 Uhr	6,0 mm	6,5 mm	7,0 mm
20 Uhr - 7 Uhr	6,5 mm	7,0 mm	7,5 mm
19 Uhr - 7 Uhr	7,0 mm	7,5 mm	8,0 mm
18 Uhr - 7 Uhr	7,5 mm	8,0 mm	8,5 mm
17 Uhr - 7 Uhr	8,0 mm	8,5 mm	9,0 mm

3.4.2.2 Niederschlag - während der Normalarbeitszeit

„Während der Normalarbeitszeit sind erneut die Kriterien Stärke und Dauer des Niederschlags von Bedeutung, wobei eine stundenweise Auswertung zu erfolgen hat:

- Niederschlagsmengen ab 1,0 mm (1 Liter pro Quadratmeter) und Stunde während der Normalarbeitszeit bewirken je eine Stunde Schlechtwetter. Eine solche Niederschlagsmenge wird entweder durch Dauerregen oder kurze starke Schauer bewirkt, aber auf keinen Fall durch Tröpfeln oder Nieseln.
- Dauert der Niederschlag zumindest 30 Minuten pro Stunde, so sind auch diese unabhängig von der Niederschlagsmenge Schlechtwetterstunden²⁹

²⁹ Anmerkung der BUAK: „hier ist das sogenannte „Tröpfeln“ gemeint, wo in 30 Minuten auch etwa 0,7 bis 0,8 mm Niederschlag erreicht werden. Nieseln fällt nicht darunter, da es dabei nicht zu einem Anspringen des Melders kommt“.

Da die Auswirkung eines Niederschlagsereignisses auch zu mehrstündigen Schlechtwetterstunden führen kann, erfolgt die Beurteilung in drei Beobachtungszeiträumen.

Die Kriterien und deren Beurteilung sind in der Tabelle abhängig vom jeweiligen Beobachtungszeitraum abgebildet:

Tabelle 4: Kriterien für Schlechtwetter- Niederschlag während Normalarbeitszeit

Angegebene Mindestniederschlagsmenge ergibt

Beobach- tungszeitraum	1 Stunde Schlecht- wetter	2 Stunden Schlecht- wetter	3 Stunden Schlecht- wetter bzw. Rest des Tages
1 Stunde	1,0 mm	1,9 mm	2,7 mm
2 Stunden	1,9 mm	2,7 mm	3,4 mm
3 Stunden	2,7 mm	3,4 mm	4,0 mm

3.4.3 Schnee³⁰

Als Kriterium für Schlechtwetter gelten folgende Regelungen, wobei die Höhe der Neuschneedecke wird um 7 Uhr gemessen:³¹

- 5 cm Neuschnee führen zu einer Stunde Schlechtwetter,

³⁰ https://www.buak.at/cms/BUAK/BUAK_2.1.4.3.4/fuer-arbeitgeberinnen/leistungen/schlechtwetter/kriterien/schnee

³¹ Anmerkung der BUAK: Bei Schneefall nach 7 Uhr kommen die Kriterien für Regen/Niederschlag zur Anwendung. 1 cm Neuschnee entsprechen etwa 1mm Niederschlag als Regen, Nassschnee wie z.B. im Frühling etwas mehr.

- mindestens 15 cm zu zwei und
- ab 30 cm ist der ganze Tag als Schlechtwetter zu werten.

3.4.4 Windspitzengeschwindigkeit

Als Kriterium für Schlechtwetter gelten das Stundenmittel bzw. Windspitzen. Beträgt das Stundenmittel der Windgeschwindigkeit während der Arbeitszeit mindestens 30 km/h oder beträgt die Windspitze zumindest 60 km/h, so ist diese Stunde als Schlechtwetter zu werten. Sobald drei solche Stunden hintereinander auftreten, ist für den Rest des Arbeitstages Schlechtwetter.

3.5 Bedeutung der Festlegungen aus den Normen und Regelungen

Die unterschiedliche Definition in beiden Normen entstammt den unterschiedlichen geplanten Einsatzbereichen³², zeigt jedoch auch, dass einerseits die Jährlichkeit und andererseits der Durchschnitt eines Betrachtungszeitraumes herangezogen werden.

Damit können durch den AG bzw. sind durch die normativen Vorgaben Rahmenbedingungen geschaffen, die eine Kalkulierbarkeit im Sinne Bewertung der beurteilbaren Randbedingungen und der Übernahme von erkennbaren und aus der Erfahrung einschätzbaren Risiken ermöglichen.

Auf Grund der statistischen Ergebnisse und der eigenen Erfahrungswerte entstehen daher Anpassungen in der Kosten- und Preisgestaltung im Zuge der Angebotslegung.

Bei Anwendung der ÖNORM B 2110 steht es dem AG frei, entsprechende Kriterien und deren Eintrittserwartungen zu definieren. Die Umsetzung ergänzender Festlegungen sollte im jeweiligen Projekt im Einzelfall entschieden werden.

Jedenfalls als sinnvoll erachtet wird eine Beachtung der jahreszeitlichen Veränderung der Witterung bei der Planung der Arbeitsabfolgen und der Rahmenterminplanung, sodass z.B. eine möglichst geringe Anzahl an Schlechtwettertagen für

bestimmte Gewerke zu erwarten ist.

3.6 Umsetzung der Kalkulation

Im Rahmen der Kalkulation von Bauleistungen sind alle vom AG bekannt gegebenen und aus den Ausschreibungsunterlagen erkennbaren Randbedingungen entsprechend zu berücksichtigen. In Analogie zur Erstellung von Angeboten bei Leistungsänderungen kann auch bei der Angebotserstellung des Hauptauftrages davon ausgegangen werden, dass die Ermittlung der Preise – soweit möglich – unter sachgerechter Herleitung von Preiskomponenten sowie Mengen- und Leistungsansätzen zu erfolgen hat.

Wesentliche Variablen der Kalkulation stellen die Preise für Materialien und Gerätschaften sowie den Personalaufwand dar, die gerade bei Dachdecker- und Spenglerarbeiten, wie auch bei vielen Arbeiten an der Außenhülle, enorm wetterabhängig sind, sodass auch die Zeittangente (Ausführungszeit, Ausführungslänge) massiven Einfluss auf die Kalkulation hat.

Die Branche der Dachdecker, Spengler und Bauwerksabdichter ist die wahrscheinlich am meisten betroffene Branche von sich verändernden Wetter- bzw. Klimaverhältnissen. Konkret ist zu berücksichtigen, dass bei geringem Niederschlag keine Arbeiten möglich sind und aufgrund der Dichtheitsauflagen (Feuchtigkeitshinterwanderung), des möglichen Feuchtigkeitseinschlusses (Qualitätsproblem), der erhöhten Gefahr (Bearbeitung von Steildächern bzw. im Flachdachbereich bei tieferen Temperaturen) entsprechend Arbeitsunterbrechungen notwendig werden.

Zudem zeigt eine eigene Auswertung, dass die tatsächliche Arbeitszeit in diesen Gewerken, im Vergleich zu den 365 Tagen pro Jahr weniger als die Hälfte als Arbeitstage zur Verfügung stehen und zwar lediglich zwischen 150 und 160 Arbeitstage.

³² Die ÖNORM B 2118 ist für den Einsatz bei Großprojekten vorgesehen, wengleich auch die ÖNORM B 2110 die Grundlage für viele AGB von Großprojekten bildet, ohne die Überlegungen der ÖNORM B 2118 zu berücksichtigen.

In der aktuellen Terminplanung der AG werden auch die Gewerke Dachdecker, Spengler und Bauwerksabdichter immer mehr Ganzjahresleistungen, was zu nahezu unlösbaren Problemen in Bezug auf Kalkulation führt und Auswirkungen auch bei etwaigen Bauzeitverschiebungen hat, die kalkulatorisch nicht berücksichtigt werden können.

Die Bewertung der zu berücksichtigenden Witterungseinflüsse hat dabei in den einzelnen Kostenkomponenten³³ oder im Risiko³⁴ zu erfolgen. Entsprechend der Freiheit des jeweiligen Bieters in seiner Preisgestaltung entsteht so ein Einfluss der jeweiligen Einschätzung und Bewertung der erkannten und nicht erkannten Risiken sowie der identifizierten Randbedingungen.

Mit den Festlegungen der Rahmenbedingungen der Leistungserbringung hat der AG somit einen Einfluss auf die mögliche Preisgestaltung durch:

- Definition der einzukalkulierenden (Witterungs-)Bedingungen
- Festlegung der Ausführungszeiträume durch Terminplanvorgaben
- Genauigkeit bei der Beschreibungen der Randbedingungen zur Erhöhung von identifizierbaren Risiken bzw. zur Reduktion von sonstigen möglicherweise zu berücksichtigenden Risiken, die als üblich einzustufen sind.

3.7 Erforderliche Überlegungen im Rahmen der Kalkulation

Im Rahmen der Kalkulation wie auch in der späteren Beurteilung von Leistungsabweichungen, die auf geänderte Umstände der Leistungserbringung begründet werden, ist es erforderlich, die Einflüsse der bekannten, bekanntgegebenen und abgeschätzten Rahmenbedingungen der Leistungserbringung infolge Annahmen beruhend auf dem Einfluss der Witterung zu beurteilen.

³³ Def. aus ÖNROM B 2061

³⁴ Def. aus ÖNROM B 2061

Dabei sind die Abschätzung von zu erwartenden Ausfalltagen infolge Schlechtwetter oder der verminderte Leistungsfähigkeit die wesentlichen Ergebnisse der Analyse der vom AG geplanten Arbeitsabfolgen in Zusammenschau mit dem (Vertrags-)Terminplan.

4 BEWERTUNG VON WITTERUNGSEINFLÜSSEN

Betrachtet man die Witterungseinflüsse, so ist ersichtlich, dass es einerseits um die einzelnen messbaren Parameter wie Temperatur, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit und Niederschlag geht; andererseits sind aber auch die daraus entstehenden Auswirkungen im Hinblick auf Ausführbarkeit von Arbeiten, Festlegungen zu Ausfalltagen sowie der Reduktion der Leistungsfähigkeit zu bewerten, wobei im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit ein Konnex zur Lufttemperatur in der Literatur zu finden ist.

4.1 Ausführbarkeitskriterien von Leistungen - Ausfalltage

Grundsätzlich ist, bei der Bewertung der Witterungseinflüsse, der erste zu prüfende Aspekt, ob die Leistung unter den zu erwartenden Witterungsbedingungen überhaupt ausführbar ist. Dies umfasst beispielsweise folgende Umstände:

- Zu hohe Windgeschwindigkeiten für den Kraneinsatz
- Zu niedrige oder zu hohe Temperaturen im Vergleich zu den Vorgaben aus Verarbeitungsrichtlinien
- Zu hohe Feuchtigkeit im Bauteil
- Arbeiten, die nicht auf nassen oder feuchten Bauteile erfolgen dürfen

Sind entsprechende Witterungsbedingungen zu erwarten, so sind während der Kalkulation der Leistungen entsprechende Reduktionen der Ausführungszeiten zu berücksichtigen. Zielführend kann es sein, dass die erwarteten Ausfallstage auch in einem Terminplan vermerkt werden und dem AG zur Kenntnis gebracht werden.

4.2 Beurteilung der Veränderung der Leistungsfähigkeit

Für die Beurteilung der Produktivitätsverluste bzw. der veränderten Leistungsfähigkeit stehen, wie bereits Schneider/Spiegel³⁵ festgestellt haben, nur wenige Grundlagen zur Verfügung:

„Es fehlt [...] ein Ansatz für die temperaturabhängige Leistungsminderung. Dafür gibt es leider nur wenige Quellen, vor allem keine aktuellen. Früher wurden häufig die von Lang angegebenen Werte verwendet. Weil die darin enthaltenen Angaben auf Beobachtungen zurückgehen, die in den 1950er Jahren durchgeführt wurden, sind diese Werte überholt. [...] Als weitere Grundlagen für die Temperaturbewertung können die Erkenntnisse von Fetzner³⁶ oder Oglesby et al³⁷ angesehen werden.“

Zudem wird von Schneider/Spiegel auf das Kooperationsforschungsprojekt „Arbeitsbelastung und Arbeitsleistungskurven“³⁸ verwiesen, in welchem mit einem interdisziplinären Ansatz Baustellenerhebungen durchgeführt werden.

In den Untersuchungen von Fetzner werden die Aufwandswerte für Maurerarbeiten anhand von 120 Messreihen³⁹ bei der Erstellung von Kalksandstein- und Porotonmauerwerk den Temperaturen gegenüber- und graphisch dargestellt (Aw^{40} und Aw_{ges}^{41}).⁴² Als weiteres Kriterium führt Fetzner den Einfluss

³⁵ Schneider E., Spiegel M.: Außergewöhnliche Witterungsverhältnisse in BauAktuell 01/2010, 2010, S19-23

³⁶ Fetzner, T.: Ein Verfahren zur Erfassung von Minderleistungen aufgrund witterungsbedingter Bauablaufstörungen. Dissertation TU Darmstadt, Darmstadt 2007.

³⁷ Oglesby, C. H. et al. (Hrsg.): Productivity improvement in construction, McGraw Hill, New York 1989

³⁸ Schlagbauer, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, Dissertation TU Graz, Graz 2012

³⁹ Eine genauere Beschreibung zum genauen Umfang einer Messreihe konnte bei Fetzner nicht gefunden werden.

⁴⁰ Aufwandswert der Haupt- und Nebentätigkeiten und ablaufbedingten Unterbrechungen

⁴¹ Gesamtaufwandswert, der auch die persönlich bedingten Unterbrechungen mitberücksichtigt

der Windgeschwindigkeit an, in dem er die gefühlte Temperatur (TWC) ermittelt.⁴³ Aus seiner Untersuchung ergibt sich das in Abbildung 3 dargestellte Ergebnis der prozentualen Abweichung des Aufwandswertes für Mauerwerksbau vom durchschnittlichen Aufwandswert der Untersuchung.

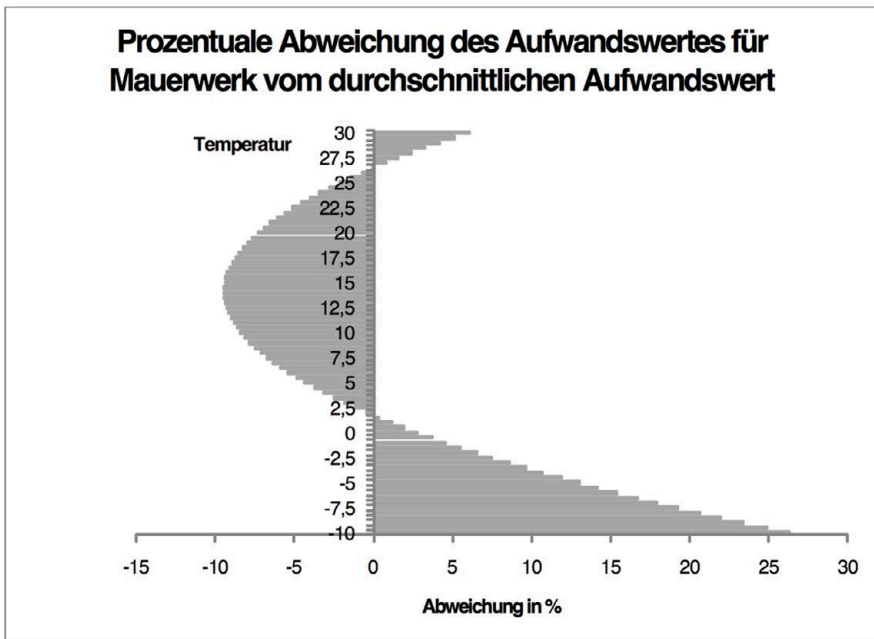


Abb. 3: Prozentuale Abweichung des Aufwandswertes (Awges) für Mauerwerk vom durchschnittlichen Aufwandswert⁴⁴

Auch Oglesby et al⁴⁵ stellen einen Zusammenhang zwischen der Leistungsfähigkeit und der Außentemperatur auf und bilden diesen graphisch ab.

⁴³ Fetzner, T.: Ein Verfahren zur Erfassung von Minderleistungen aufgrund witterungsbedingter Bauablaufstörungen. Dissertation TU Darmstadt, Darmstadt 2007, S 177.

⁴⁴ Fetzner, T.: a.a.O., S. 184.

⁴⁵ Oglesby, C. H. et al. (Hrsg.): Productivity improvement in construction, McGraw Hill, New York 1989.

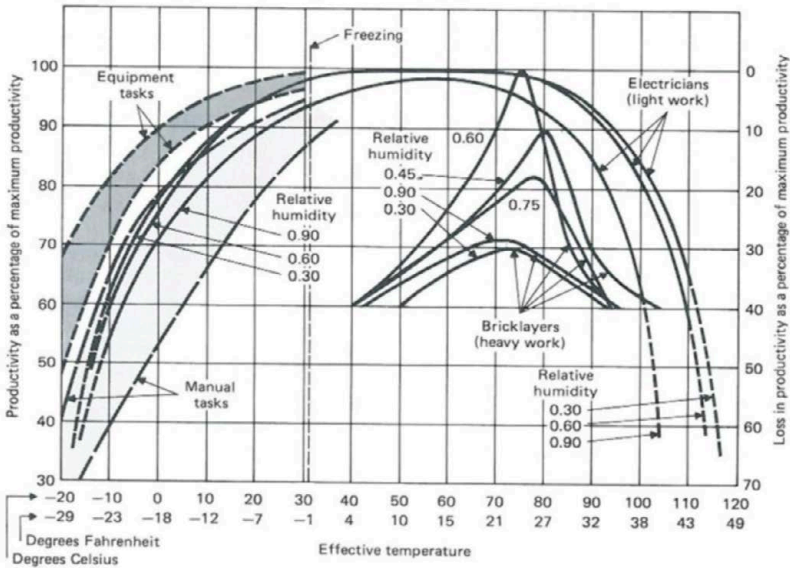


Abb. 4: Effekte der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Produktivität⁴⁶

Dabei stellen Oglesby et al. die Erkenntnisse für Elektrikerarbeiten, Mauerwerksarbeiten dar. Zudem finden sich Temperatur-/Leistungsverläufe für manuelle Tätigkeiten sowie Tätigkeiten mit Ausrüstung/Geräteeinsatz.

Der Untersuchungsumfang der drei unterschiedlichen Ergebnissamples wird von Oglesby et al. folgendermaßen beschrieben:⁴⁷

- Die Kurven für Elektrikerarbeiten sind das Ergebnis der Untersuchung von 2 Arbeiten, die Steckdosen montiert haben. Hierzu wird festgehalten, dass selbst bei dieser wenig belastenden Tätigkeit die Leistung mit

⁴⁶ Oglesby, C. H. et al. (Hrsg.): *Productivity improvement in construction*, McGraw Hill, New York 1989, S. 262 ff.

⁴⁷ Vgl. Oglesby, C. H. et al. (Hrsg.): *Productivity improvement in construction*, McGraw Hill, New York 1989, S. 262 ff.

Temperaturzunahme abfiel.

- Die Grundlage der Kurve für Mauerwerksarbeiten stellt die Ergebnisse der Errichtung von 283 identischen Wandflächen dar, die unter festgelegten Bedingungen errichtet wurden.
- Das dritte Ergebnis-Sample wurde aus der Veröffentlichung der U.S. Army⁴⁸ übernommen und stellt die Produktivität unter dem Gefrierpunkt dar.

Damit sind vor allem die Erkenntnisse der Mauerwerksarbeiten als sehr aussagekräftig einzustufen, die weiteren beiden Datenreihen sind einerseits auf Grund des geringen Beobachtungsumfangs bzw. der nicht klar beschriebenen Umstände als bedingt anwendbar einzustufen.

Damit besteht in den dargestellten Literaturquellen von Fetzner und Oglesby et al. eine gute Grundlage für die Temperaturbewertung bei Mauerwerksarbeiten, für weitere Bautätigkeiten fehlen jedoch Angaben.

Auch die Untersuchungen von Schlagbauer⁴⁹ sind hier nur bedingt aussagekräftig, da die Temperatur nur als zusätzlichen Faktor betrachtet und der Schwerpunkt in der Anpassung der täglichen Arbeitszeit und den durchgeführten Tätigkeiten liegt.

Zusätzlich zu den bereits in der Wissenschaft teilweise vorhandenen Berechnungen zu Produktivitätsveränderungen sind diese im Gewerk der Bauwerksabdichter besonders problematisch: beispielhaft sei hier angeführt, dass z.B. bei Temperaturen unter +5 °C das Material, welches zu verarbeiten ist, vorgewärmt werden muss und dann erst an den Arbeitsplatz zur Applizierung verbracht wird. Hier finden sich sowohl die Zeiten für die Materialerwärmung an einer zu bestimmenden Stelle auf der Baustelle als auch der notwendige Transport zum Be-

⁴⁸ U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory: Engineering News-Record, Nr 25, McGraw Hill, New York, 1986

⁴⁹ Schlagbauer, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, Dissertation TU Graz, Graz 2012.

arbeitsplatz nicht in den Produktivitätsverlusten; ebenso verhält es sich mit den Positionen Schnee- und Eisfreimachen der Arbeitsstellen. Auch aus diesem Grund wäre es sinnvoll, hier eine Standard-Leistungsposition in entsprechender Art und Weise zu formulieren, wie es bereits Positionen aus verschiedenen Wohnbauförderungsrichtlinien für die Weiterführungen der Arbeiten im Winter gibt.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die normativen Regelungen wie auch gesetzliche Regelungen bilden eine wesentliche Grundlage in der Kalkulation von Bauleistungen, da in diesen bzw. durch diese vom AG festgelegt werden kann, in welchem Ausmaß die Witterung in der Kalkulation als einfluss- bzw. Risikofaktor zu berücksichtigen ist.

Dabei sind aus Sicht der Verfasser auch die AG gefordert, die zeitliche Abfolge und Terminplanvorgaben mit den zu erwartenden Auswirkungen der Witterung im Vorfeld zu überlegen. Hierfür können die Beurteilungskriterien für Schlechtwetter entsprechend des Bauarbeiter-Schlechtwetterentschädigungsgesetzes eine Hilfestellung bieten.

Hinsichtlich der vertraglichen Gestaltung der Risikotragung und Sphärenzuteilung finden sich in der ÖNORM B 2110 wie auch in der ÖNORM B 2118 Regelungen, die aus Sicht der Autoren vor allem bei Anwendung der ÖNORM B 2110 noch konkreter für das einzelne Projekt präzisiert werden sollte.

Die Betrachtung der wesentlichen Kenngrößen der Witterung (Lufttemperatur, Niederschlag und Extremereignisse) zeigt, dass bei der kalkulatorischen Berücksichtigung eine Veränderung der Eintrittshäufigkeiten und Auswirkungen in Zukunft erwartet werden kann. Daher kann es sein, dass durch diese Veränderung der Witterungsbedingungen alleine bereits Grundlagen für Mehrkosten infolge geänderter Leistungserbringung vorliegen kann, wobei festzuhalten ist, dass sich dies nicht nur AN-seitig, sondern auch AG-seitig –beispielsweise durch wärme Lufttemperaturen in den Wintermonaten – zutreffen kann und nicht zwangsläufig zu einem Nachteil für den AG führen muss.

Für die Bewertung der Leistungs- bzw. Produktivitätsveränderung stehen im Wesentlichen Grundlagen für die Bewertung der Lufttemperatur für Mauerwerkarbeiten zur Verfügung, die Transformierbarkeit auf weitere Bautätigkeiten ist dabei wohl nur unter Einschränkungen bzw. mit ergänzenden Abschätzungen möglich.

Daher stellt aus Sicht der Verfasser auch zukünftig die Kenntnis über sowie die Erforschung von Bauprozessen und Bauabläufe, in Verbindung mit der Betrachtung der wesentlichen Einflussfaktoren (tägliche Arbeitszeit, Witterung, leistungshemmende und leistungshindernde Einwirkungen), die Grundlage für eine erfolgreiche Bauabwicklung dar, egal durch welche (elektronischen) Hilfsmittel die Bauabwicklung unterstützt wird.

PLENARVORTRÄGE II

Hager

Bausteine für ein erfolgreiches Bauprojektmanagement:

heute - morgen

Dipl.-Ing. Dr. Hubert HAGER

ÖBB-Infrastruktur AG

In vielen europäischen Staaten und auch weltweit werden derzeit große Investitionsprogramme zum Ausbau der Bahn in die Wege geleitet. Auch die österreichische Verkehrspolitik setzt im Bereich Mobilität auf die Zukunft der umweltfreundlichen Bahn. Für den Ausbau der Bahninfrastruktur unternimmt die ÖBB im Auftrag des Bundes intensive Anstrengungen. So werden auf Basis des Rahmenplans jährlich rund 2 Mrd. Euro in eine modere, zukunftsorientierte und umweltfreundliche Infrastruktur investiert.

Als umfassender Mobilitätsdienstleister bringt der ÖBB-Konzern jährlich über 470 Millionen Fahrgäste und über 110 Mio. Tonnen Güter umweltfreundlich ans Ziel. Um dies zu ermöglichen und die prognostizierten Steigerungen im Schienenverkehr abzudecken, werden gut ausgebaute Bahnstrecken, moderne Bahnhöfe und multimodale Güterzentren benötigt. Die Bereitstellung einer marktkonformen Bahninfrastruktur ist eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Positionierung des Schienenverkehrs im Mobilitätsmarkt. Bei der Umsetzung der Bahninfrastrukturprojekte übt die ÖBB-Infrastruktur AG die Bauherrenrolle aus, hierbei leistet das Bauprojektmanagement einen bedeutenden Beitrag.

Bahninfrastrukturvorhaben zählen zu den komplexesten Aufgaben, die unsere Gesellschaft umsetzt. Die einzelnen Phasen der Projektumsetzung sind durch lange Laufzeiten gekennzeichnet und die spätere Projektnutzung umfasst meist einen Zeitraum von mehreren Generationen. Im Projektumfeld sind immer zahlreiche Menschen und Organisationen beteiligt. Kennzeichnend sind zudem ein hoher Ressourceneinsatz und ein hoher Finanzmittelbedarf. Die Bahninfrastrukturprojekte bewegen sich stets in einem ausgeprägten und mit mannigfaltigen Wechselbeziehungen behafteten Spannungsfeld von Qualitäts-, Zeit- und Kostenzielen.

Die ÖBB-Infrastruktur AG plant, errichtet und betreibt den Großteil des Schienennetzes und der zugehörigen Eisenbahnanlagen in Österreich. Die Erweiterungsinvestitionen fokussieren sich auf den Streckenneu- und -ausbau entlang der Hauptverkehrsachsen, wie den viergleisigen Ausbau der Weststrecke sowie den Ausbau der Südstrecke, auf die Modernisierung der Bahnhöfe, auf Nahverkehrsvorhaben in den Ballungsräumen und auf Güterterminals. Nach Inhalt und Ausprägung ergeben diese Vorhaben der Bahninfrastruktur eine breit gefächerte Projektpalette.

Durch ihre Einmaligkeit und Einzigartigkeit stellen Bahninfrastrukturprojekte besondere Anforderungen an das Projektmanagement. Neben einer großen Anzahl von Projektbeteiligten sind eine Vielzahl an Herausforderungen zu berücksichtigen und zu managen, wie Interessenträger mit oft unterschiedlichen und konträren Erwartungen, lange Projektlaufzeiten, die in einer Bandbreite von 5 bis zu 20 Jahren liegen, Änderungen im Projektumfeld, die räumliche Projekterstreckung, schwierige Genehmigungsverfahren samt Raumwiderstand, Vernetzung vieler unterschiedlicher Fachgebiete, Sicherstellung der nötigen Ressourcen und Kompetenzen für die Projektumsetzung, oft schwierige und nur schwer vorhersehbare Bestands- und Untergrundverhältnisse, eine vielschichtige Vorschriften- und Normenlage sowie interdisziplinäre Verflechtungen des Systems Bahn.

Die Hauptaufgabe des Projektmanagements ist, im dynamischen Projektumfeld die Projektziele und den damit verbundenen Kundennutzen zu erreichen. Hierbei gilt es die konträren Erwartungen von Interessenträgern (Befürworter und Gegner), schwierige, oftmals parallel zu führende Genehmigungsverfahren, das öffentliche Interesse, die Vernetzung der unterschiedlichen Fachgebiete, Änderungen im Projektumfeld sowie nicht vorhersehbare Bestands- oder Untergrundverhältnisse während der Entwicklungs-, Planungs- und Bauphase vorausschauend zu handhaben und bei Abweichungen steuernd einzugreifen.

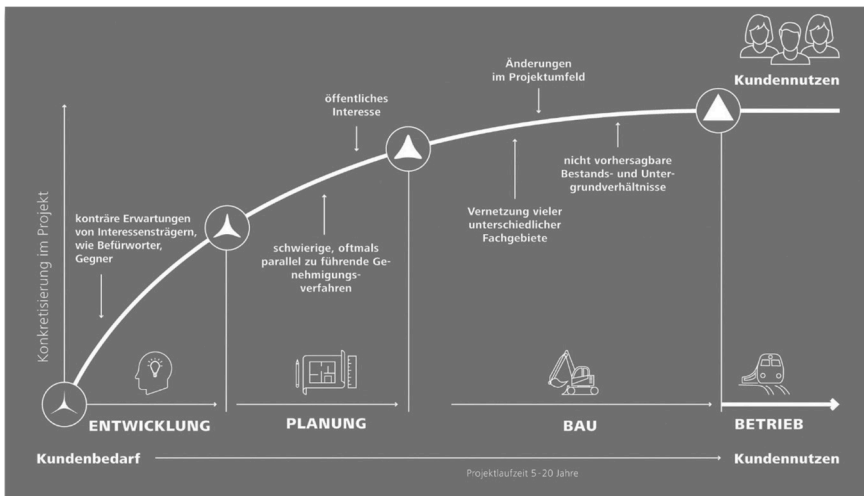


Abb. 1: Projektmanagement, Erreichung der Projektziele in einem dynamischen Projektumfeld

Angesichts dieser Herausforderungen stellt sich die Frage nach den Grundlagen und den Konzepten, die hinter einem erfolgreichen Projektmanagement stehen. Bei der Umsetzung von Bahninfrastrukturprojekten kann die ÖBB-Infrastruktur AG auf Projektmanagementenerfahrungen von drei Jahrzehnten zurückgreifen. Aus diesen Erfahrungen lassen sich die nachfolgenden Bausteine ableiten, die für ein erfolgreiches Projektmanagement komplexer Projekte wesentlich sind. Diese Bausteine korrespondieren mit Führungsgrundsätzen und Handlungsweisen erfolgreicher unternehmerischer Tätigkeit:



Abb. 2: Die vier Bausteine für ein erfolgreiches Projektmanagement.

Bausteine 1 GEEIGNETES TEAM UND KULTUR

Ein wesentlicher Faktor für den Erfolg von Projektorganisationen ist, dass die einzelnen Projektmitarbeiter bestmöglich miteinander kooperieren. Dazu benötigt es Menschen mit umfassender Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz, die in der Lage sind, schwierige Situationen im Projektumfeld erfolgreich zu bewältigen.

Gemeinsam gelebte Werte sind die Grundlage unserer Arbeitskultur. Je klarer unsere Vorstellungen darüber sind, was wir in unserer Zusammenarbeit als Wich-

tig empfinden, desto harmonischer und konfliktfreier lässt sich der Arbeitsalltag gestalten. Wesentlich ist daher eine gelebte Projekt- und Vertrauenskultur. Um diese zu fördern, ist eine aktive Teamentwicklung mit Projektbeteiligten über Unternehmensgrenzen hinweg zu unterstützen. Insbesondere bei Planungsstart und Baueinleitung, wo viele neue Projektbeteiligte hinzukommen, aber auch bei Konfliktsituationen werden gezielte Maßnahmen zur Förderung einer kooperativen Zusammenarbeit empfohlen.

Für eine erfolgreiche Projektumsetzung im dynamischen Projektumfeld ist somit von wesentlicher Bedeutung, dass geeignete Menschen mit ihren unterschiedlichen Kompetenzen erfolgreich kooperieren.

Folgende Elemente unterstützen diesen Ansatz:

- kundenorientiert handeln in allen Projektphasen
- klare Ausrichtung auf Professionalität: Fach-, Methoden-, Sozialkompetenz
- respektvoll führen und wertschätzend miteinander umgehen
- hohe Handlungs- und Entscheidungskompetenz
- gesamtheitlich, lösungsorientiert denken
- Vielfalt nutzen, Begeisterung wecken
- Wissenstransfer laufend sicherstellen
- Mitarbeiter fördern

Projektmanagement bedeutet Führen in der Projektabwicklung. Das Projektmanagement ist klar in Richtung Führung der Projektorganisation zu positionieren und die Projektbeteiligten sind unter Berücksichtigung der jeweiligen fachlichen Kompetenz gezielt auf den Projekterfolg auszurichten.

Bausteine 2 NACHVOLLZIEHBARE VORGABEN UND PROZESSE

Die Vielzahl der Prozessschritte und die zeitlich parallel bzw. überlappend ablaufenden Vorgänge mit komplexen Verknüpfungen verlangen für die Abwicklung von Bahninfrastrukturprojekten sehr umfangreiche und detaillierte Festlegungen, die in einem Managementsystem abzubilden sind. Das Managementsystem hat die Vielzahl an Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen, aber auch die Kommunikations-, Prozess- und Ablaufstrukturen sowie die Kontrollmechanismen detailliert und praxisorientiert zu regeln.

Die Regelungen zur Projektabwicklung sind kontinuierlich zu optimieren. Die hierzu eingesetzten Werkzeuge können vielfältig sein, wie Fachtage, Projekt- und Review-Besprechungen oder interne Audits.

Die Vorgaben und Prozesse sollen nachvollziehbare, erfahrungsbasierte Anleitungen darstellen, die Handlungssicherheit geben und auch die nötige Flexibilität im Projektablauf ermöglichen.

Bausteine 3 MASSGESCHNEIDERTE ORGANISATION UND STRUKTUREN

Für den Projekterfolg ist weiters eine maßgeschneiderte Projektorganisation wesentlich, die die Wechselbeziehungen aller Beteiligten festlegt, die die Projektverantwortung eindeutig regelt und eine klare Zuordnung von Aufgaben gewährleistet.

In Projektorganisationen ist es wichtig, mit klaren Projektaufträgen und einem darauf abgestimmten organisatorischen Rollenverständnis zu agieren. Mit dem Projektauftrag legt der Projektauftraggeber seine zu diesem Zeitpunkt bekannten Zielvorstellungen zu Inhalt und Umfang des Projektes, zu den Projektkosten und zu den Projektterminen fest und drückt damit seine Erwartungen aus. Hierbei ist wesentlich, dass zwischen Projektauftraggeber und Projektauftragnehmer ein gemeinsames Verständnis zu den Projektzielen besteht (klare und stimmige Projektbeauftragung).

Auch außerhalb der Projektorganisation haben Rahmenbedingungen vorzuziehen, die eine erfolgreiche Projektabwicklung ermöglichen, wie eine stabile Finanzierungssituation, ein stabiles gesetzliches und normatives Umfeld oder eine unternehmensinterne Kontinuität.

Mit dem Projektauftrag sind die Verantwortungsbereiche zwischen Projektauftraggeber und Projektauftragnehmer bzw. Projektmanagement zur Umsetzung der Projekte eindeutig zu regeln. Die Übertragung einer gesamtheitlichen Projektverantwortung für die Projektabwicklung ermöglicht dem Projektmanagement das ihm übertragene Projekt ganzheitlich zu führen, zu koordinieren, zu steuern und zu kontrollieren. Handlungskompetenz und klar definierte Handlungsspielräume sind hierbei wesentlich, um sachgerecht durchdacht und sozial verantwortlich agieren zu können.

Die Projektorganisation ist auf die Anforderungen der Projektabwicklung mit den meist vielfältigen und komplexen fachlichen Wechselbeziehungen abzustimmen. Jeder Funktion im Projektteam ist eine klare Rolle und Aufgabenbeschreibung zugewiesen. Die Projektleitung nimmt die gesamtheitliche Projektverantwortung wahr. Der Projektleitung wird ein vielfältiges Anforderungsspektrum abverlangt und sie hat über die erforderliche Führungskompetenz zu verfügen.

Bausteine 4 PASSENDE METHODEN UND WERKZEUGE

Der vierte Erfolgsfaktor für ein professionelles Projektmanagement liegt in der Anwendung passender Methoden und Werkzeuge im Projektablauf. Diese Instrumente unterstützen Planung und Bau. Mit ihnen können Kosten, Termine und Qualität gesteuert und kontrolliert werden.

Die Anwendung zielgerichteter Projektmanagementinstrumente erstreckt sich insbesondere auf die Bereiche Aufgabenplanung, Projektorganisation, Projektstrukturplanung, Umfeldanalyse, Termin- und Meilensteinplanung, Projekt-Cost-Engineering, Projektcontrolling, Ressourcenplanung, Risikomanagement, Projektkommunikation, Projektberichtswesen und Projektdokumentation.

Mit derartigen Instrumenten ist es möglich,

- ein konsequentes Kosten- und Risikomanagement durchzuführen,
- Termine und Meilensteine zielgerichtet zu planen und einzuhalten,
- eine transparente Projektkommunikation zu gewährleisten,
- ein vorausschauendes Stakeholdermanagement zu ermöglichen,
- ein umfassendes Life-Cycle-Management zu verfolgen,
- ein Anti-Claim-Management fundiert umzusetzen und
- Änderungen vorausschauend zu managen.

Beispiel: Projekt Cost Engineering und Projektcontrolling

Als wesentliche Methoden sind im professionellen Projektmanagement zur Sicherstellung einer kosten- und termingerechten Projektabwicklung komplexer Projekte das Cost Engineering und das Projektcontrolling zu nennen.

Komplexe und finanzintensive Bahninfrastrukturprojekte stehen meist im öffentlichen Interesse, welches sich stark auf die Kostenthematik fokussiert. Fehleinschätzungen von Kosten führen in der Regel zu gravierenden Konsequenzen für alle Projektbeteiligten. Eine hohe Prognosegenauigkeit in den einzelnen Phasen der Projektabwicklung ist auch in Verfolgung der Zielsetzung, dass wirtschaftliche Ziele und finanzielle Planungen eingehalten werden, unabdingbar. Projektentscheidungen haben auf Grundlage sachlich fundierter Ermittlungen der Projektkosten zu erfolgen. Sachlich unrealistische Vorgaben für Projektkosten führen unweigerlich zu Kostenanpassungen.

Der Bereich der Kostenprognose von Verkehrsinfrastrukturprojekten wird von zwei Haupteigenschaften determiniert: hohe Risikoeinflüsse und lange Projektabwicklung.

Der Geschäftsbereich Projekte Neu-/Ausbau der ÖBB-Infrastruktur AG wickelt derzeit ein Projektvolumen von ca. 17 Mrd. Euro ab. Unter Berücksichtigung bereits abgeschlossener Projekte liegt ein Investitionsvolumen von ca. 21 Mrd. Euro vor. Für die im Projektportfolio befindlichen meist komplexen Neu- und Ausbauprojekte mit Investitionsbeschluss liegt im Betrachtungszeitraum von 14 Jahren (2005 bis 2018) eine valorisierungsbereinigte Kostenänderung (Kostenreduktion) von -2,2% vor. Dies bedeutet auch im internationalen Vergleich eine sehr hohe Kostenstabilität.

Die Implementierung und laufende Umsetzung eines konsequenten Kosten- und Risikomanagements trägt maßgebend dazu bei, dass komplexe Projekte bzw. Projektportfolios kostenstabil abgewickelt werden können. Das Kostenmanagement stellt eine Kernaufgabe des Projektmanagements dar und ist organisatorisch und methodisch in den Projektgruppen zu implementieren.

Der Entwicklungsprozess für das professionelle Projektmanagement in der ÖBB-Infrastruktur AG wurde durch die Teilnahme beim Staatspreis für Unternehmensqualität im Jahr 2018 einer externen Bewertung unterzogen. Dabei konnte die ÖBB-Infrastruktur AG (Geschäftsbereich Projekte Neu-/Ausbau) mit ihrem erfolgreichen Projektmanagement die Kategorie „Organisationen, die vorwiegend im öffentlichen Eigentum stehen“, gewinnen. Der Staatspreis Unternehmensqualität ist eine Auszeichnung für dauerhaft gute Ergebnisse durch exzellente, operative und strategische Arbeit sowie konsequente Weiterentwicklung eines Unternehmens.

Für eine professionelle Projektumsetzung braucht es neben den vier methodisch orientierten Bausteinen jedenfalls aber die Begeisterung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für eine erfolgreiche Projektumsetzung.

Ein professionell agierendes Projektmanagement wickelt Projekte auf Basis von vorliegenden erprobten Standards ab und rüstet sich für künftige Herausforderungen, die ein sich ständig veränderndes Umfeld mit sich bringt. Bei der Weiterentwicklung des Projektmanagements werden folgende Themenbereiche verstärkt verfolgt:

- Vorantreiben von Innovationen und Digitalisierung. Hierbei werden neue Technologien und Methoden in den Bauablaufprozess integriert. Building Information Modeling (BIM) wird für die digitale Zukunft im Bereich Planen, Bauen und Betreiben wegweisend sein.
- Ausbau der Grundtugenden des Projektmanagements auf hohem Niveau: hohe Kostenstabilität, Termintreue sowie eine qualitätsgerechte Umsetzung werden neben der Gewährleistung der hohen operativen Exzellenz auch in der Zukunft zentrale Anforderungen sein.
- Absicherung von Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit.
- Erfolgreiche Gestaltung des Generationenwechsels.
- Verstärkte Integration der Themen Umwelt und Nachhaltigkeit in den Bauablaufprozess.

5 LITERATURVERWEISE

Hager, H.; Pfanner, M.: „Kostenplanung und Kostencontrolling im Tiefbau“ aus „Organisation und Kostencontrolling von Bauprojekten“ (Hrsg.: Oberndorfer, W.), Wien, 2007

Vavrovsky, G.-M.: Kostenplanung am Beispiel von Eisenbahn-Hochleistungsstrecken bzw. Projektkostenkontrolle und Risikobeschränkung, Konstruktiv Nr. 178, September 1993

Vavrovsky, G.-M.: Kostencontrolling im Verkehrswegebau, Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Oberndorfer, TU Wien, März 2001

Oberndorfer, W.: Kostencontrolling von Großprojekten am Beispiel der österreichischen Eisenbahn-Hochleistungsstrecken, Festschrift ETH Zürich, 2004

Hager, H.: Grundlagen für ein erfolgreiches Kostenmanagement von Eisenbahn-

infrastrukturprojekten, Seite 89 bis 102 aus Festschrift „25 Jahre Planung und Bau von Eisenbahn-Hochleistungsstrecken“ (Hrsg: Ostermann, N.), TU Wien, 2013

FSV: RVS Merkblatt Kostenermittlung 02.01.14, Wien, September 2012

Bauer, Hager: Schlüsselfaktoren für ein erfolgreiches Projektmanagement, Infrastruktur Symposium 2010

Handbuch professionelles Projektmanagement für komplexe Projekte, ÖBB-Infrastruktur AG, 2018

Hager, Deixler: Projektmanagement und Project Cost Engineering für komplexe Infrastrukturvorhaben, Wiener Eisenbahnkolloquium 2019

AUTORENVERZEICHNIS

Autorenverzeichnis**B**

Bahl, Carsten 79

Bargstädt, Hans-Joachim 11

Birtel, Thomas 17

D

Deutschmann, Daniel 241

F

Fischer, Christian 323

H

Hager, Hubert 399

Heck, Detlef 6

Hof, Christiane 79

Hoffman, Jens 277

Hörhan, Martin 277

Autorenverzeichnis

I

Insam, Romed 127

J

Jank, Romed 277

L

Lentzler, Markus 181

M

Merzenich, Georg 149

Mosey, David 33

Müller, Dominik 149

Müller, Wolfgang 291

N

Nemuth, Tilo 149

O

Oldenburg, Roman 149

P

Petsching, Otmar 367

Pochmarski, Konstantin 195

Professner, Harald 53

R

Romanovich, Marina 341

Ruhl, Fabian 105

S

Schlagbauer, Dieter 367

Shamareeva, Anna 291

Steiner, Sabrina 277

U

Uelzmann, Stefan 149

W

Wenkenbach, Hans 229

Wiesner, Wolfgang 261

SPENDER UND MEDIENPARTNER

STRABAG
TEAMS WORK.

SCHERBYUM
SEEBACHER
RECHTSANWÄLTE

HEID & PARTNER
RECHT ANDERS GEDACHT

PORR¹⁵⁰

B JULIUS BERGER
INTERNATIONAL

E
ENERGIE STEIERMARK

GOLDBECK
R RHOMBERG

Pongratz baut auf

SWIETELSKY

WKO 
Der Bau
STEIERMARK

PERI[®]

HINTEREGGER

OSTU 
STETTIN

SSF
SSF Ingenieure

ORTNER

KREBS + KIEFER

iC

 Springer Vieweg

BIG

m
arti
tunnel

Lederer
AUF VERTRAUEN BAUEN.

VIBÖ

 **zt** Mitglied der Kammer der
Ziviltechnikerinnen
Steiermark und Kärnten
Verantwortung. Umweltschonend. Qualität.

integral
Ziviltechniker

Linde



TEAMS WORK.

Weil Erfolg nur im Miteinander entstehen kann. Die STRABAG-Gruppe ist mit einer Leistung von etwa € 16 Mrd. und jährlich rund 12.000 Projekten einer der führenden europäischen Technologiekonzerne für Baudienstleistungen. Möglich wird dies durch das Know-how und das Engagement unserer mehr als 75.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die als ein Team auch komplexe Bauvorhaben termin- und qualitätsgerecht realisieren.

www.strabag.com

STRABAG
TEAMS WORK.

STRABAG SE, Donau-City-Str. 9, 1220 Wien



**150
YEARS**

**Intelligentes
Bauen braucht
kluge Köpfe.**

Bauen ist ein People Business. Der Einsatz und das Können aller Projektbeteiligten entscheiden hier über den Erfolg. Seit 150 Jahren steht die PORR für Kompetenz, Engagement, Teamstärke und Vielfalt – und ist laufend auf der Suche nach klugen Köpfen. porr-group.com/karriere

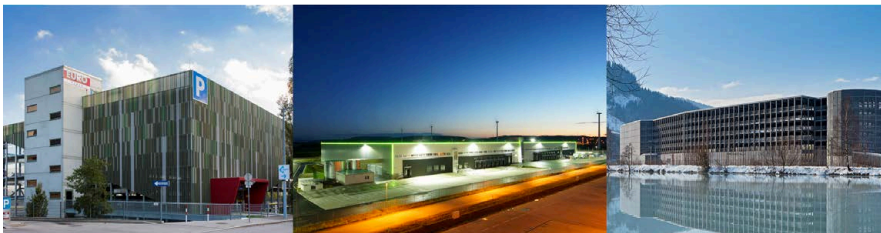
PORR



**Gewerbebau mit System:
wirtschaftlich, schnell, energieeffizient**

www.goldbeck-rhomberg.com

Konrad-Doppelmayr-Str. 15-17, 6922 Wolfurt, Tel: +43 5574 / 54373-0
 Leonard-Bernstein-Str. 10, 1200 Wien, Tel: +43 1 / 890 09 18-10
 Friedrich-Schuck-Str. 1, 4511 Allhaming, Tel: +43 7229 / 50800-10
 Vilniusstraße 13, 5020 Salzburg, Tel: +43 662 / 451 883-10
 Lerchentalstraße 21, CH-9016 St. Gallen, Tel: +41 71 / 31 426-26





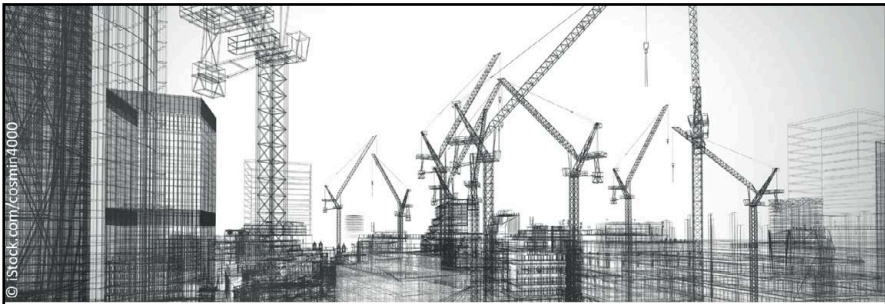
**HEUTE NOCH FORSCHUNG,
MORGEN SCHON PRAXIS.**

**BAUEN DASS ALLE SCHAUEN
DEIN BAUMEISTER**

www.forschung.bau.or.at
www.deinbaumeister.at

WKO
Landesinnung Bau
STEIERMARK

BAUMEISTER
BM
BAUEN HEISST
VERTRAUEN



© iStock.com/cosmin14000



iC group of companies

Schönbrunner Str. 297, 1120 Vienna, Austria
T +43 1 521 69-0, office@ic-group.org

Construction & project management · Buildings & structures · Tunnelling · Transport & mobility · Energy Environment · Geology & geotechnical engineering
Technical building equipment · Water management

www.ic-group.org



Marti GmbH

Robert-Viertl-Straße 2, A-8055 Graz



t: +43/316/67 18 15-0 f: +43/316/67 18 15-10 office@marti.at



Stollenbau

Stahl- & Schalungsbau

Tunnelbau & Tunnelanierung

& mite

Wir sind Meister
oder Hochbau, unsere
Expertise, Erfahrung
forderungen an uns
ÖSTU-STETTIN er
immer neue Maschi
die Zukunft zu ges
Wir sind erst zufried
treffen. Denn es g
bauen – mit unser





oestu-stettin.at | ÖSTU-STETTIN | Hoch- und Tiefbau GmbH







insolvency & restructuring
corporate / m&a
banking
private clients
finance & cm
damages & tort
labour & employment
real estate
construction contract &
litigation
insurance law
international contract law
corporate compliance
tax & white collar crime

**IHR FELS
IN DER BRANDUNG**

**SCHERBAUM
SEEBACHER**
RECHTSANWÄLTE

scherbaum-seebacher.at



ORTNER

Gebäude- und Anlagentechnik für
Heizung-Klima-Lüftung-Sanitär
Industrieanlagen und Umwelttechnik

**Außergewöhnliche Menschen
für innovative Leistungen**

www.ortner-anlagen.com | www.igo-industries.com

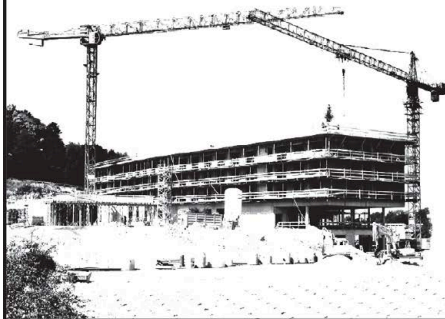
B JULIUS BERGER
INTERNATIONAL

Engineering Solutions

www.julius-berger-int.com

ponggratz baut auf

Ob als klassischer Stadtbaumeister,
Generalunternehmer oder Bauträger,
das Fundament für die Realisierung
aller Projekte ist immer gleich:
Beste Qualität, Fixpreise
und Termintreue.

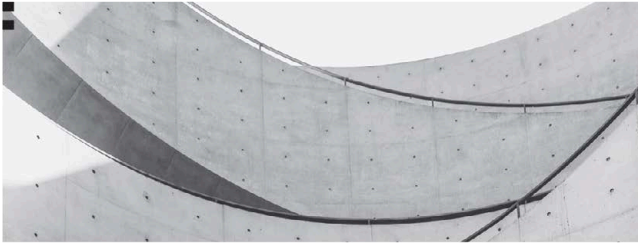


Ponggratz Bau Gesellschaft m.b.H.

Zoisweg 6, 8041 Graz, Austria
T. +43-316-296622, F. +43-316-296622-330
office@ponggratz.at, www.ponggratz.at

Graz.Wien.Deutschfeistritz.Fehring

zt:



Kammer der ZivilttechnikerInnen
für Steiermark und Kärnten

- ▣ Verantwortung. Unabhängigkeit. Qualität.

ZivilttechnikerInnen arbeiten unabhängig, verantwortungsvoll und mit höchster Qualität für ihre AuftraggeberInnen in rund 60 verschiedenen Fachbereichen.

Die verpflichtende Trennung von Planung und Ausführung sowie die qualifizierte akademische Ausbildung garantieren beste Ergebnisse.

Schönaugasse 7, 8010 Graz · Bahnhofstraße 24, 9020 Klagenfurt am Wörthersee
office@ztkammer.at, www.ztkammer.at



Schalungs- und Gerüsttechnik auf höchstem Niveau

International. Kompetent. Innovativ.

Wir bieten innovative Lösungen für jedes Bauvorhaben und jedes Gerüstbauprojekt. PERI liefert das passende Systemgerät, maßgeschneiderte Anwendungstechnik und umfassende Dienstleistungen. Dabei verbinden wir seit 50 Jahren die Bodenständigkeit eines inhabergeführten Familienunternehmens mit dem wirtschaftlichen Erfolg eines Global Players.

Egal ob für Ihre Projekte oder Ihre Karriere – PERI bietet Ihnen interessante Perspektiven und Möglichkeiten.

PERI

**Schalung
Gerüst
Engineering**

www.peri.at





LEISTUNG PROJEKTMANAGEMENTSERVICE

- Qualifiziertes Know-how in baubetrieblichen Fragen
- Hohe Professionalität
- Bereitstellung von individuellen Lösungen
- Verknüpfung der Komponenten Planung, Arbeitsvorbereitung und Baumanagement
- Konfliktlösungen und Streitvermeidungen
- Unabhängige Beratung für optimierte Entscheidungsfindungen

ssf-ing.de



RAUM FÜR KOMPLETTLÖSUNGEN

BIG

Wir realisieren komplexe Bauvorhaben.

Als führender Spezialist für Bildungsobjekte und komplexe Bauvorhaben aller Art folgt die Bundesimmobiliengesellschaft einem ganzheitlichen Ansatz - mit nachhaltigem Nutzen für Kunden, Gesellschaft und Umwelt.

www.big.at
nachhaltigkeit.big.at

Bildungscampus Seestadt Aspern Teilgebiet 2, Neubau
Architektur: fasch&fuchs.architekten Z1-gmbh, Foto: Oliver Gast

Bezahlte Anzeige

#teamgruenewelt

Ihre Karriere als Partner einer

grünen Welt.

Die Energie Steiermark sucht neue Talente.

Jetzt bewerben unter e-steiermark.com/karriere



ENERGIE STEIERMARK

Christian O.,
Innovationsmanager



Seit über 50 Jahren – Ihr kompetenter Partner für Ingenieurleistungen



Ziviltechniker

Wir können die Zukunft nicht sehen, sie aber formen ..

INFRASTRUKTUR
TRAGWERKSPLANUNG
GENERALPLANUNG
ÖRTLICHE BAUAUFSICHT
PROJEKTSTEUERUNG
UMWELTECHNIK
BUILDING INFORMATION MODELING



Gabenstraße 33, 8010 Graz, Austria T: +43 316 686 571-0 F: +43 316 686 571-10 E: office@integral-zt.at www.integral-zt.at

heid-partner.at



* Querdenken ist Teil unserer Unternehmenskultur. Wir denken out of the box, weil uns das Übliche nicht genügt. Expertise und Erfahrung sind das Fundament, auf dem wir Neues bauen.

RECHT ANDERS GEDACHT



Bauen und Sanieren mit Regional-Mehrwert.

Ledererbau ist ein Grazer Familienunternehmen für Hochbau, Tiefbau, Altbau- und Wohnbau-Sanierung. Unsere Mitarbeiter kommen aus der Region, unsere Arbeit zeichnet sich durch Zuverlässigkeit, Termintreue und professionelle Ausführung aus. Unsere Kunden kennen und schätzen den regionalen Mehrwert unserer Arbeit. Eine Investition in die Zukunft.



Franz Lederer-Grabner Baugesellschaft mbH
Puchstraße 162, 8055 Graz
Tel: 0 316 / 47 25 81, Fax: DW.-10
office@ledererbau.com
www.ledererbau.com





BAUT AUF IDEEN

HOCHBAU / TIEFBAU /
STRASSEN- UND BRÜCKENBAU /
BAHNBAU / TUNNELBAU

SWIETELSKY Baugesellschaft m.b.H.
Edlbacherstraße 10 · 4020 Linz
T +43 732 6971-0 · swietelsky.com





KREBS + KIEFER



SIGEKO



BAULOGISTIK

www.kuk.de

VERANSTALTUNGEN DES INSTITUTES

Grazer Baubetriebs- und Baurechtsseminar in Bad Blumau

Das Seminar in Bad Blumau findet seit dem Jahr 2008 in der Rogner-Therme Bad Blumau statt. Im Gegensatz zu vielen anderen Veranstaltungen „lebt“ Blumau von einem intensiven Diskurs der Teilnehmer. So werden den Referenten Zeit und Raum eingeräumt, um ihr Thema ausführlich darstellen zu können. Die „Wohnzimmeratmosphäre“ reduziert die Distanz zwischen dem Auditorium (begrenzte Teilnehmerzahl) und den Referenten. Eine Diskussion entsteht, die am Abend nahezu unendlich fortgesetzt werden kann. „Blumau“ ist eine Marke in der österreichischen Bauwelt, der „Neujahrsempfang „im Jänner.

Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium mit Workshops

Die Symposiumsreihe (jeweils Donnerstag und Freitag vor der Karwoche) stellt eine Plattform für Wirtschaft und Forschung dar, in der wechselseitig Bereiche aus Baubetrieb, Bauwirtschaft, Projektmanagement und Bauvertragsrecht behandelt und eine Vernetzung zwischen den Disziplinen hergestellt wird.

Diese Veranstaltung soll all jene ansprechen, die sich auf der Seite der Auftraggeber, Planer und Auftragnehmer sowie als Juristen und Sachverständige mit den Themen Planen, Bauen, Bauablaufstörungen und Mehrkostenforderungen beschäftigen. Das Symposium verfolgt das Ziel, Brücken zwischen den am Bau beteiligten Akteuren zu schlagen und einen konfliktarmen und sachlichen Umgang zu fördern.

Die Berufs- und Informationsmesse „Bit-Bau“

Die Bit-Bau im November jeden Jahres ist eine facheinschlägige Berufsmesse, die eigentlich keinen wirklichen Adressaten hat. Entstanden aus der Forderung von Prof. Heck, seine Studierenden müssten unbedingt facheinschlägige Praktika absolvieren, wurde so in die Welt der „Kukis“ und „Mikis“ eingebrochen.

Seitdem stellen über 20 Unternehmen der Baubranche (Auftraggeber, Planer, Bauunternehmen) ihr Unternehmen auf einem Messestand vor, Studierende des Bauwesens und HTL-Schüler stellen die 500 Besucher. Parallel dazu findet ein origineller Schülerwettbewerb statt, in dem Brücken und Türme gebaut werden, die dann bis zum Bruck belastet werden.

Grazer-Darmstädter 2 Tages-Sichtbetonseminar

Gemeinsam mit der TU Darmstadt wird an der TU Graz jährlich (Ende Jänner) ein Sichtbeton-Intensivseminar abgehalten. Die Veranstalter sprechen mit dem Seminar alle am „Sichtbetonprozess“ Beteiligten an. Hauptziel ist die Darstellung von Sichtbeton als Gesamtprozess. Es werden anhand von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen die Verbindungen zwischen den Produktionsfaktoren und -bedingungen sowie den damit erzielten Sichtbetonoberflächen hergestellt.

Sachverständigenverband trifft TU Graz – Ausgewähltes aus Recht und Praxis in der Bauwirtschaft

Zur Diskussion ausgewählter Fragestellungen und Themen aus Recht und Praxis in der Bauwirtschaft laden der Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs (Landesverband Steiermark und Kärnten) und das Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz jährlich zu einer gemeinsamen Veranstaltung im November ein.

Wirtschaftsbau
Wirtschaftsingenieurbau an der TU Graz

Förderung der Forschung Informieren von Maturanten Durchföhrung von wirtschaftlichen
 Umsetzungen von Forschungsergebnissen Zusammenchluss von Studenten- und Betriebswirtschaftlichen
 ierung des Berufsbildes Förderung der Forschung Informieren von Maturanten Durchföhrung von wirtschaftlichen

WirtschaftsingenieurBau
 Verein zur Förderung der Bauwirtschaftswissenschaften an der TU Graz

www.wirtschaftsingenieurBAU.at
