



Mehr als nur „grün“:  
Wie Wissenschaft und Wirtschaft Impulse für Nachhaltigkeit  
in all Ihren Dimensionen geben können

Tagungsband 2023, Graz  
09.–10.05.2023

**Mehr als nur „grün“:  
Wie Wissenschaft und Wirtschaft  
Impulse für Nachhaltigkeit in all  
Ihren Dimensionen geben können  
Logistikwerkstatt Graz 2023  
09.-10.05.2023**

**Editor:**

Institut für Technische Logistik, Technische Universität Graz  
Christian Landschützer

**Layout:**

Katja Lindenthal

**Editorial Office:**

Christian Landschützer  
Petra Gasser

**Print:**

Medienfabrik Graz  
[www.mfg.at](http://www.mfg.at)

**Cover:**

Verlag der Technischen Universität Graz

**Cover Bilder:**

Grazer Uhrturm: Graz Tourismus - Harry Schiffer  
TU Graz: Lunghammer  
Sonstige: Pixabay.com / Kein Bildnachweis nötig

2023 Verlag der Technischen Universität Graz

[www.tugraz-verlag.at](http://www.tugraz-verlag.at)

**Reihe:**

Logistik Werkstatt Graz / ISSN 2411-3735

ISBN 978-3-85125-951-3

ISBN e-book 978-3-85125-952-0

DOI 10.3217/978-3-85125-951-3



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell

- Keine Bearbeitungen 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) Lizenz.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

Diese CC-Lizenz gilt nicht für das Cover, Materialien von Dritten (anderen Quellen zugeschrieben) und anderweitig gekennzeichnete Inhalte.

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.







## Vorwort und Kurzinput Christian Landschützer



Ist Nachhaltigkeit ein Luxus? Eine Modeerscheinung? Oder schlicht und einfach die unabdingbare Voraussetzung für verantwortungsvolles und zukunftsorientiertes Handeln? Das Generalthema der **Logistikwerkstatt Graz 2023** ist **Nachhaltigkeit** – in all ihren Dimensionen. Die Logistikwerkstatt Graz bringt Fach- und Branchenexpert:innen aus der Intra- und Produktionslogistik mit Forscher:innen aus der Technischen Logistik, der Softwaretechnologie, der und Wasserstofftechnologien zusammen, und auch ein ethischer Blick auf die Thematik wird nicht gescheut. Einleitend zu unserer heurigen Konferenz Logistikwerkstatt Graz 2023 möchte ich Sie geschätzte Damen und Herren Teilnehmer- und Referent:innen nun auf eine kleine **Standortbestimmung** mitnehmen, wo wir als Expert:innen in unserer Branche zur mittlerweile allgegenwärtigen KI stehen.

Da wir uns bei vielen unserer Überlegungen in der Logistik mit Automatisierung und Autonomisierung ja vorwiegend mit maschinellen Systemen beschäftigen und auch die Bemühungen um Nachhaltigkeit stets die Maschinen unserer Branche betreffen, habe ich die **aktuellste Maschine unsere Zeit (ChatGPT)** einmal ein wenig gefragt und die teilweise erstaunlich treffenden Antworten hier zusammengefasst – sozusagen ChatGPT zur Logistikwerkstatt eingeladen ☺. Es sieht nun beinahe so aus, als würde diese Maschine schon verdächtig viel wissen, was unsere Branche ausmacht. Hier ist es aber für unsere Konferenz von besonderer Bedeutung, uns von der Maschine durch unsere menschlichen Fähigkeiten abzugrenzen; hierzu einige Gedanken.

Wenn man die Maschine fragt, was die **Zukunft von Automatisierung der (Intra)logistik** ausmacht, erhält man Antworten, die vorwiegend Maschinen beinhalten (sic!)<sup>1</sup>, die aber allesamt recht treffend sind. Es stellt sich also schon die Frage, was wir **als Menschen besser können als Maschinen**. Dies ist uns wahrscheinlich implizit bewusst, die explizite Antwort liefert abermals die Maschine erstaunlich treffend, wie folgt<sup>2</sup>: In der Logistik ist der Mensch überlegen, durch:

<sup>1</sup> ChatGPT: "Tell me about the future of automatization in logistics." – regenerated once.

Automatization in logistics is a **rapidly growing field** that is expected to continue to expand in the coming years. With the rise of e-commerce and the increasing demand for fast, efficient shipping, logistics companies are turning to automation to improve their operations.

One of the most promising areas of automation in logistics is **robotics**. Robotics can be used to automate tasks such as picking and packing, loading and unloading trucks, and even delivering packages. Autonomous mobile robots (AMRs) are becoming increasingly common in warehouses and distribution centers, where they can move goods around quickly and efficiently.

Another area of automation in logistics is the use of **artificial intelligence (AI) and machine learning**. These technologies can be used to optimize supply chain operations, from demand forecasting to inventory management. AI-powered systems can also help logistics companies to make better routing and scheduling decisions, reducing transit times and increasing delivery speed.

In addition to robotics and AI, there are other technologies that are expected to play a role in the future of automation in logistics. For example, **blockchain technology** can be used to improve supply chain transparency and traceability, while the **Internet of Things (IoT)** can enable real-time tracking and monitoring of goods in transit.

Overall, the future of automation in logistics looks very promising. As technologies continue to evolve and become more advanced, we can expect to see even greater efficiency and speed in the transportation and delivery of goods.

<sup>2</sup> ChatGPT: "Where are humans better than automated systems in logistics?"

While automation is becoming increasingly prevalent in logistics, there are still areas where human workers excel over automated systems.

One area where humans outperform automation is in **handling non-standard or fragile items**. Automated systems are typically designed to handle standardized packages and materials, and may not be equipped to handle items that are irregularly shaped, fragile, or require special handling. Human workers, on the other hand, are able to adapt to these types of items and handle them with greater care and precision.

- seine haptischen Fähigkeiten (Hände und Tastsinn)
- Problemlösungs- und Entscheidungskompetenz
- Personalisierung und Kundenservice
- Emotionale Intelligenz

Nun sind wir aber in der Technischen Logistik schon lange Expert:innen in unserem Tun und viel spezialisierter und ausgeprägter, als oben gelistet. Auch diese Ausprägung des **Expert:innenseins** beantwortet die Maschine sehr treffend<sup>3</sup>, dass wir Logistik und SCM kennen und den Materialfluss und den Transport beherrschen durch:

- Technisches Wissen
- Erfahrung
- Analysefähigkeit
- Kommunikative Fähigkeiten
- Führungsfähigkeiten

Damit könnte man meinen, dass die KI ja (fast) (jetzt schon) auf alles in unserem Bereich eine treffende Antwort hat. Ich wende mich daher – meiner eigenen Historie geschuldet – also dem Engineering als eine (vermeintlich) hochmenschliche Aufgabe zu, da es ja nicht nur Texte produziert, wie ChatGPT. ChatGPT sieht das ein wenig anders und hat m.E. damit auch recht, wenn man die KI nach **Automatisierung im Engineering** fragt<sup>4</sup>. Vieles davon sehen wir schon in unserem Arbeitsalltag und

Another area where humans excel is in **problem-solving and decision-making**. While automated systems can analyze data and make recommendations, they may not be able to handle unexpected situations or make judgment calls based on factors that are difficult to quantify. Human workers, with their ability to reason and use intuition, can often find creative solutions to problems and make informed decisions based on a wider range of inputs.

In addition, humans can provide a level of **personalization and customer service** that automated systems cannot match. For example, a human customer service representative can provide personalized support to a customer who has a question or concern, while an automated system may only be able to provide a standardized response.

Finally, humans are better at handling tasks that require **emotional intelligence**, such as building relationships and managing teams. While automated systems can assist with scheduling and coordination, they may not be able to provide the same level of empathy and support that a human manager can offer.

In summary, while automation has many benefits in logistics, there are still areas where human workers have a comparative advantage, particularly when it comes to handling non-standard or fragile items, problem-solving and decision-making, personalization and customer service, and emotional intelligence.

<sup>3</sup> ChatGPT: "What makes an expert in material handling technology"

An expert in material handling technology is someone who has **extensive knowledge and experience** in the field of **logistics and supply chain management**, particularly in the areas of **material handling and transportation**.

Some of the **key characteristics** that make an expert in material handling technology include:

1. **Technical knowledge:** An expert in material handling technology must have a deep understanding of the technical aspects of logistics and material handling, including knowledge of various types of equipment, technology systems, and processes.
2. **Experience:** Experience in the field is crucial for an expert in material handling technology. They must have hands-on experience working with various types of equipment and technology systems, and must be able to troubleshoot and solve problems in real-time.
3. **Analytical skills:** An expert in material handling technology must be able to analyze data and identify trends to optimize supply chain operations. They must be able to use statistical tools and modeling techniques to develop and implement effective material handling strategies.
4. **Communication skills:** Communication skills are critical for an expert in material handling technology. They must be able to communicate effectively with other logistics professionals, as well as with customers and vendors.
5. **Adaptability:** Material handling technology is constantly evolving, and an expert in this field must be able to adapt to changes in technology and processes. They must be able to stay up-to-date on the latest trends and technologies, and be willing to experiment with new solutions to optimize operations.
6. **Leadership skills:** An expert in material handling technology may be responsible for managing a team of logistics professionals, and must have strong leadership skills to motivate and guide their team to achieve their goals.

In summary, an expert in material handling technology is someone who has a combination of technical knowledge, experience, analytical and communication skills, adaptability, and leadership skills in the field of logistics and supply chain management.

<sup>4</sup> ChatGPT: "Tell me about the progress in automated engineering design"

Automated engineering design is an emerging field that is rapidly evolving with advancements in artificial intelligence (AI) and machine learning. The goal of automated engineering design is to use AI and machine learning algorithms to **automate the process of designing new products, structures, or systems**.

müssen uns fragen, ob und wie weit die Maschinen uns dienen und ob die Verteilung der Aufgaben zwischen Mensch und Maschine eine richtige ist. Generatives Design, das in Sekundenschnelle eine große Anzahl von Varianten zur Verfügung stellt, diese simuliert und optimiert, ist nur mehr wenige Mausklicks von unserem Arbeitsalltag entfernt. KI-Systeme, die Berechnungs- und Simulationsaufgaben aus einer Unmenge an Daten heraus (die somit Physikbeherrschung quasi „vortauschen“) und nicht durch physikalische Grundlagen erledigen, sind state-of-the-art und werden bspw. in der Fahrzeugindustrie eingesetzt.

Themenschwenk: Somit bleibt uns als vermeintlicher Vorteil unseres Tuns sicher unsere umfassende **Trend- und Systemkenntnis**, mit der wir die **Zukunft zu gestalten** versuchen. Dafür haben wir uns wohl mittlerweile weltweit geeinigt, dass die **Nachhaltigkeit** das Gebot der Stunde ist. Dass dies wichtig ist, ist uns auch mittlerweile klar und in den obersten Führungsebenen angekommen, um die Umwelt zu schützen, die Wirtschaft am Laufen zu erhalten, Kosten zu sparen und sozial-ökonomische Herausforderungen zu bewältigen und dabei den Klimawandel einzudämmen. Die Antwort ist übrigens auch nicht von mir!<sup>5</sup>

Auch wenn wir gegenwärtig noch eher nach **Effizienzsteigerung** streben, als die Nachhaltigkeit zu priorisieren und diese vielerorts eine müde Begleiterscheinung ist,

---

There has been significant progress in automated engineering design in recent years. One area of progress is in the use of **generative design**, which is a type of design software that uses algorithms to generate design options based on a set of user-defined constraints. Generative design software can quickly generate a large number of design options, allowing designers to explore more possibilities and identify the most optimal design.

Another area of progress is in the use of **simulation and optimization tools**. These tools use AI and machine learning algorithms to simulate the performance of a design under different conditions and optimize the design to meet specific performance criteria. For example, these tools can optimize the weight and strength of a component, or the aerodynamics of a vehicle.

There has also been progress in the use of AI and machine learning for computer-aided design (CAD) modeling. **AI-powered CAD systems can analyze previous design data to suggest design improvements, automate repetitive design tasks, and generate CAD models** from natural language descriptions.

Finally, there has been progress in the development of **AI-powered design assistants**. These assistants can help designers generate design concepts and make design decisions by providing suggestions based on design requirements, previous design data, and user preferences.

Overall, automated engineering design has the potential to significantly improve the speed and efficiency of the design process, reduce costs, and improve the quality of designs. As AI and machine learning technologies continue to advance, we can expect to see even more progress in the field of automated engineering design.

<sup>5</sup> ChatGPT: "Why is sustainability so important in logistics"

**Sustainability** is essential in logistics because **logistics is a key driver of economic growth**, and at the same time, it has a significant **impact on the environment**. The logistics industry is responsible for transporting goods and materials across the world, and the scale of its operations means that it has a significant impact on the environment.

There are several **reasons** why sustainability is important in logistics:

1. **Environmental impact:** Logistics activities contribute to greenhouse gas emissions, which are a major cause of climate change. Sustainability measures in logistics can help to reduce emissions and minimize the impact of logistics operations on the environment.
2. **Cost savings:** Sustainability measures can help to reduce operating costs by reducing waste, improving energy efficiency, and optimizing transportation networks. By adopting sustainable practices, logistics companies can improve their bottom line and remain competitive in the market.
3. **Customer demand:** Consumers are increasingly demanding sustainable products and services. By adopting sustainable practices in logistics, companies can meet the expectations of their customers and improve brand reputation.
4. **Regulatory compliance:** Governments around the world are implementing regulations to reduce greenhouse gas emissions and promote sustainable practices. By adopting sustainable practices, logistics companies can ensure compliance with these regulations and avoid penalties.
5. **Social responsibility:** Sustainability is an ethical and social responsibility of the logistics industry. Logistics companies have a duty to minimize their impact on the environment and ensure that they operate in a sustainable manner.

In summary, **sustainability is essential in logistics because it can help to reduce environmental impact, improve cost savings, meet customer demand, ensure regulatory compliance, and fulfill social responsibility**. By adopting sustainable practices, logistics companies can improve their operations and contribute to a more sustainable future.

hat die KI auf ebendiese Effizienzsteigerung auch eine sehr passende Antwort<sup>6</sup>, deren Inhalte uns alle wohl nicht überrascht, da wir ja alle „unser Geschäft“ beherrschen; hier aber spielt sogar in der Maschinenantwort der Mensch einmal eine Rolle (#6 in Fußnote 6).

Kommen wir nun also zum Thema **Automatisierung**, auch als ChatGPT Lösungsansatz zur Effizienzsteigerung, und nehmen mobile Roboter und autonome Fahrzeuge (AMR und AGV) als ersten Anknüpfungspunkt und konkretisieren es, was bisher mitschwang – dass die Maschinen uns Menschen (gefährlich?!) näherücken. Insbesondere die AMRs und AGVs sind ja genuin dazu entstanden, den Menschen durch die Maschine zu ersetzen, was sich bewährt hat und jahrzehntelang funktioniert, weil<sup>7</sup> AMRs und AGVs:

- effizient,
- genau,
- sicher,
- sparsam,
- skalierbar und hochverfügbar

sind.

Somit scheint wohl, dass durch die Maschine ChatGPT schon alles gesagt ist, und wir uns bei unserer Konferenz nur mehr zurücklehnen und socialisen müssen. Wenn wir

---

<sup>6</sup> ChatGPT: “How could we make material handling more efficient” – regenerated twice.

There are several ways that we can make material handling more efficient. Here are a few examples:

1. **Optimize warehouse layout:** By optimizing the layout of a warehouse, we can reduce the distance that materials have to travel, thus reducing the time and effort required for material handling. This can be achieved by using data analysis and simulation tools to determine the most efficient layout for a warehouse.
2. **Automate material handling processes:** Automation can help to reduce the time and effort required for material handling. Automated systems such as conveyors, robots, and automated guided vehicles (AGVs) can help to transport materials more quickly and efficiently, reducing the need for manual handling.
3. **Improve inventory management:** By implementing better inventory management practices, we can ensure that materials are stored in the right place and at the right time, reducing the time and effort required for material handling. This can be achieved by using inventory management software to track inventory levels and monitor supply and demand.
4. **Implement lean principles:** Lean principles can help to reduce waste and inefficiencies in material handling processes. By identifying and eliminating waste, we can streamline material handling and reduce the time and effort required for these processes.
5. **Use data analytics:** By using data analytics, we can identify inefficiencies in material handling processes and implement improvements to increase efficiency. Data analytics can help to identify bottlenecks, optimize routes, and improve overall logistics operations.
6. **Train employees:** Providing training to employees can help to improve the efficiency of material handling processes. Training can help employees to identify inefficiencies and develop solutions to increase efficiency.

In summary, there are several ways to make material handling more efficient, including optimizing warehouse layout, automating material handling processes, improving inventory management, implementing lean principles, using data analytics, and providing training to employees. By implementing these strategies, we can reduce the time and effort required for material handling and increase the overall efficiency of logistics operations.

<sup>7</sup> ChatGPT: “Why are autonomous mobile robots better in logistics than humans”

Autonomous mobile robots (AMRs) offer several advantages over humans in logistics operations:

1. **Efficiency:** AMRs can operate 24/7 without the need for breaks or rest, which allows them to work faster and more efficiently than humans. They can also move more quickly and consistently, reducing wait times and bottlenecks.
2. **Accuracy:** AMRs can be programmed to perform tasks with a high degree of accuracy and consistency, reducing errors and improving quality control. This can lead to significant cost savings and increased customer satisfaction.
3. **Safety:** AMRs can work in hazardous or dangerous environments without risking human safety. This includes working in areas with heavy machinery or hazardous materials, which could be dangerous for humans.
4. **Cost savings:** Although the initial investment in AMRs can be significant, the long-term cost savings can be substantial. AMRs require minimal maintenance and can operate for many years without the need for replacement or upgrades.
5. **Scalability:** As demand for logistics services increases, AMRs can be easily scaled up to meet the demand without the need to hire additional human workers. This can lead to significant cost savings and increased efficiency.

Overall, the use of AMRs in logistics operations can lead to increased efficiency, accuracy, safety, cost savings, and scalability, making them a better option than humans in many cases.

aber wissen wollen, was uns nun als **Menschen von den Maschinen unterscheidet**, dann können wir versuchen, dies anhand der Ergebnisse herauszufinden, die bspw. Maschinenantworten auf menschliche Fragen sind. Dies habe ich gleich mal für die vielen Ergebnisse von ChatGPT (s. oben in den Fußnoten) erledigt, indem ich einige der angeführten Texte zur Überprüfung nach deren Ursprung an eine Prüfplattform für KI-Texte gesandt habe. Das Ergebnis lässt nichts Gutes hoffen, da die 100%-igen KI-Texte nicht wirklich als solche erkannt wurden<sup>8</sup> und die Unterscheidung offenbar schwierig, beliebig oder unmöglich ist.

Stellen wir uns nun aber die Frage, wo wir als konkrete und erfahrene **Personen** in unserem **Umfeld** unsere **Stärken** haben, die in der Automatisierung unserer Branche so gefragt sind, um neue Lösungen für eine nachhaltige Zukunft zu entwickeln. Alle in KI-Netzen dazu verfügbaren Daten und Informationen sind letztlich Ergebnisse unseres Denkens und werden erst im Kontext zu Wissen. Auch hier werden wir überlegen müssen, wie viel wir von diesem unseren Wissen zukünftig und in welcher Form preisgeben wollen.

### **Und nun als kleine Stärkung unseres menschlichen Selbstbewusstseins noch Folgendes:**

Ein philosophisch-theologischer Ansatz lautet: wenn man etwas nicht beschreiben kann, wie „etwas“ ist, dann versucht man zu beschreiben, wie „etwas“ nicht ist.

Konkrete Interpretation: Es fällt durchaus schwer, sich mit den Fähigkeiten und der Schnelligkeit der KI<sup>9</sup> anzufreunden und anzuerkennen, was diese kann und vielmehr kann keiner von uns wahrscheinlich sagen, was diese KI eben genau ist oder sein wird! Sie ist aber sicherlich noch lange kein Mensch mit seinen intellektuellen Fähigkeiten, sondern eben lange schon und wahrscheinlich auch lange noch ein statistischer Papagei. Besinnen wir uns also darauf, was uns als **Menschen ausmacht**, um abzugrenzen, was „Maschinenlösungen“ sein können und was nur unserem Geist entspringen kann, um wohlüberlegt, sensibel, aufmerksam, vorsichtig und damit zukunftsicher im Miteinander Mensch-Maschine zu agieren<sup>10</sup>. Meine abschließende Tabelle, wie der ganze Text hier, ist nun weder vollständig, noch wissenschaftlich, soll aber ein wenig Reflexion bieten und uns als Diskussionsinput bei der Konferenz dienen. Meiner bescheidenen Einschätzung zufolge, werden nur in den Kategorien Kreativität/Inspiration und Feinmotorik/intell. Sehen kurz- bzw. mittelfristig Fortschritte mit den KIs zu sehen sein, der Rest bleibt noch lange uns Menschen überlassen.

<sup>8</sup> <https://platform.openai.com/ai-text-classifier>

- „Text Fußnote 3“ is possibly AI written
- „Text Fußnote 4“ is possibly AI written
- „Text Fußnote 5“ is likely AI written

<sup>9</sup> Die Finanzmärkte, die offenbar schon lange niemand mehr durchschaut (Hochfrequenzhandel,...), sind für mich ein gutes Beispiel.

<sup>10</sup> Letztendlich ist auch mein Text hier aus dem Miteinander und nicht Gegeneinander Mensch-Maschine (ChatGPT) entstanden.

<b>Menschliche Fähigkeit</b>	<b>Maschinelles Pendant</b>	<b>Anmerkung</b>
Kreativität und Inspiration	Transferlearning	<i>Wahrscheinlich nächste KI-Evolution</i>
Feinmotorik u. intelligentes Sehen (rasches und genuin iteratives Lernen)	onboard Gesamtsystem als Synthese von Sensoren, Aktoren und KI als Steuerung	<i>Beim Menschen Serienausstattung</i>
Disruptives Denken und Mut zu Unbekanntem	--- da unbekannter (nicht def.) Algorithmus nötig	<i>A priori kann eine KI keinen unbekanntem Algorithmus und unspezifische Datenbanken haben.</i>
Losgelöstes Denken unter bewusstem Ausschluss von Vorerfahrungen	--- da immer spezifische Datenbank(en) nötig	
Emotionen und Gefühle	--- da irrationales Vorgehen	<i>Ein Algorithmus kann per Definition nicht irrational sein.</i>
Verständnis und Intelligenz	--- da algorithmisch nicht formalisierbar	<i>Eigentlich die Synthese des Menschlichen; als Fähigkeit zu Begreifen und zu Entscheiden aufgrund von (komplexen und nicht formalen) Gesetzmäßigkeiten, Erfahrungen, Emotionen und Vielem mehr.</i>

Geschätzte Damen und Herren Teilnehmer:innen und Referent:innen,

seien Sie herzlich willkommen bei unserer Logistikwerkstatt Graz 2023.

Ich wünsche Ihnen hochspannende Gespräche, ein angenehmes Hiersein, wertvolle Begegnungen und Erinnerungen und viel Inspiration für die kommende Zeit.

Herzlichst

Ihr  
 Christian Landschützer.  
 Institut für Technische Logistik, TU Graz  
 Vorstand VNL – Region Süd









## Sponsoren



# Programm

## 09.05.2023 Wissenschaftstag

	<p><b>Moderation</b>  <i>Prof. Christian Landschützer, Institut für Technische Logistik, TU Graz, Vorstand VNL – Region Süd</i>  <i>Jan Kaulfuhs-Berger, Chefredakteur „Technische Logistik“ Berlin</i></p>
09:00	<p><b>Begrüßung</b>  <i>Franz Haas, Dekan der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften der TU Graz</i>  <i>Prof. Christian Landschützer, Institut für Technische Logistik, TU Graz, Vorstand VNL – Region Süd</i>  <i>Special greetings: Domenik Kaever, designierter Professor am Institut für Technische Logistik der TU Graz</i></p>
09:15	<p><b>01 Logistik und Nachhaltigkeit: Herausforderungen und Ansatzpunkte</b>  <i>Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Rupert Baumgartner, Professor am Institut für Umweltsystemwissenschaften der Universität Graz</i></p>
09:45	<p><b>02 Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion</b>  <i>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz, Professor am Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart</i></p>
10:15	<p><b>03 Menschzentrierte Schichtplanung in der Logistik</b>  <i>Charlotte Haid, M. Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik der TU München</i></p>
10:45	<p><b>Kaffeepause u. Networking</b></p>
11:00	<p><b>04 3D-Druck von Schuhen – Wie nachhaltig sind Produkt und Prozess?</b>  <i>Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag, , Professor für Planung und Steuerung produktionstechnischer und logistischer Systeme im Fachbereich Produktionstechnik der Universität Bremen</i></p>
11:30	<p><b>05 Perspektiven und Lösungsansätze für eine nachhaltige Produktionslogistik</b>  <i>Luisa Marie Strehl, M.Sc, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund</i></p>
12:00	<p><b>Mittagessen u. Networking</b></p>
13:15	<p><b>06 „Wir sollten reden!“ Sozialethische Perspektiven für eine nachhaltige Transformation im Spannungsfeld gesellschaftlicher Realitäten und technologiebedingter Paradigmen?</b>  <i>Univ.-Prof. Mag. Dr. Thomas Gremsl, Professor für Ethik und Gesellschaftslehre an der Universität Graz</i></p>
13:45	<p><b>07 Wasserstoff – Anwendungen und Potenziale in der (Intra-)Logistik</b>  <i>Dipl.-Ing. Dr. techn. Thomas Stöhr; Projektleiter am Hydrogen Center Austria – HyCentA</i></p>
14:15	<p><b>08 Logistik Offroad</b>  <i>Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Steinbauer-Wagner, Professor am Institut für Softwaretechnologie der TU Graz</i></p>
14:45	<p><b>Kaffeepause u. Networking</b></p>
15:15	<p><b>Werkstatt 1: Szenarien der Nachhaltigkeit unter steigenden (Energie-) Herausforderungen</b>          Gemeinsame Erörterung und Podiumsdiskussion: Best Practice in der Energiekrise.          Ist Nachhaltigkeit ein Luxus? Wo sparen? Plan B in der Produktion?</p>
17:00	<p><b>Abfahrt zur Abendveranstaltung</b></p>

**10.05.2023 Industrietag**

<b>08:30</b>	<b>Frühstückskaffee u. Networking</b>
09:00	<b>Begrüßung und Zusammenfassung des Vortags</b> <i>Prof. Christian Landschützer, Institut für Technische Logistik, TU Graz, Vorstand VNL – Region Süd</i>
09:15	<b>09 Smart, green, Logistik!</b> <i>Ing. Mag. Franz Leitner, Executive Vice President, Österreichische Post AG</i>
09:45	<b>10 Nachhaltigkeit jenseits von Greenwashing und Greenwishing</b> <i>Timo Landener, Head of Innovation Management, Swisslog Logistics Automation</i>
10:15	<b>11 Nachhaltige Logistikhallen 2023</b> <i>Dr. Dominik Pfeifer, MSc., Teamleiter Sustainability, Goldbeck Rhomberg</i>
10:45	<b>12 Technologie in Kundennutzen übersetzt Taschensortier in der Umsetzung</b> <i>Dipl.-Ing. Gregor Baumeister, Director Warehousing &amp; Distribution, Beumer Group</i>
<b>11:15</b>	<b>Kaffeepause u. Networking</b>
11:30	<b>13 Nachhaltigkeit im Hochbau – gesamtheitliche Betrachtung von Einflussfaktoren</b> <i>Ass.Prof. BM DI Dr.techn.Baumeister Johann Hafellner, Professor am Institut für Bauphysik, Gebäudetechnik und Hochbau der TU Graz</i>
12:00	<b>14 Nachhaltigkeit – ein gesamtheitlicher Ansatz an einem Beispiel aus der Praxis</b> <i>Markus Winkler, Project Manager, TGW</i>
12:30	<b>15 Nachhaltige Lösungen entlang der Value Chain</b> <i>Samuel Krauser, Product Manager, Knapp AG</i>
<b>13:00</b>	<b>Mittagessen u. Networking</b>
13:45	<b>16 Massive Einspareffekte: Automatische Inventurerfassung mit Drohnen</b> <i>DI (FH) Maximilian Mrstik, CEO &amp; CO-Founder D-ARIA</i>
14:15	<b>17 Ansätze für mehr Nachhaltigkeit in der Lagerlogistik</b> <i>Florian Sattler; Autostore</i>
14:45	<b>18 Kann Automatisierung in kleinen Lagern zur Nachhaltigkeit beitragen?</b> <i>Peter Totz, Logistik-Experte</i>
<b>15:15</b>	<b>Kaffeepause u. Networking</b>
15:45	<b>Werkstatt 2: Mitarbeiter:innen(mangel) und Automatisierung</b> Gemeinsame Erörterung und Podiumsdiskussion: <b>Automatisierung – Luxus oder Notwendigkeit?</b> Marktschau und Kundenwünsche
<b>17:15</b>	<b>Abschluss, Getränke &amp; Snacks</b>

# Inhaltsverzeichnis

1. Logistik und Nachhaltigkeit: Herausforderungen und Ansatzpunkte .....	1
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. <i>Rupert Baumgartner</i>	
2. Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion .....	21
Univ.-Prof. Dr.-Ing. <i>Robert Schulz</i>	
3. Menschzentrierte Schichtplanung in der Logistik .....	41
<i>Charlotte Haid, M.Sc.</i>	
4. 3D-Druck von Schuhen – Wie nachhaltig sind Produkt und Prozess? .....	53
Prof. Dr.-Ing. <i>Michael Freitag</i>	
5. Perspektiven und Lösungsansätze für eine nachhaltige Produktionslogistik.....	67
<i>Luisa Marie Strehl, M.Sc</i>	
6. Ethik und Logistik. Zwischen wirtschaftlichen Sachlogiken, technologischen Innovationen und gesellschaftlicher Verantwortung .....	81
Univ.-Prof. Mag. Dr. <i>Thomas Gremsl</i>	
7. Wasserstoff – Anwendungen und Potenziale in der (Intra-)Logistik .....	101
Dipl.-Ing. Dr. techn. <i>Thomas Stöhr</i>	
8. Logistik Offroad .....	111
Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. <i>Gerald Steinbauer-Wagner</i>	
9. Smart, green, Logistik!.....	121
Ing. Mag. <i>Franz Leitner</i>	
10. Nachhaltigkeit jenseits von Greenwashing und Greenwishing .....	137
<i>Timo Landener</i>	
11. Nachhaltige Logistikhallen 2023.....	163
Dr. <i>Dominik Pfeifer, MSc.</i>	
12. Technologie in Kundennutzen übersetzt Taschensorter in der Umsetzung.....	181
Dipl.-Ing. <i>Gregor Baumeister</i>	
13. Nachhaltigkeit im Hochbau – gesamtheitliche Betrachtung von Einflussfaktoren.....	195
Ass.Prof. BM DI Dr.techn. BSc <i>Johann Hafellner</i>	
14. Nachhaltigkeit – ein gesamtheitlicher Ansatz an einem Beispiel aus der Praxis .....	243
<i>Markus Winkler</i>	

15. Nachhaltige Lösungen entlang der Value Chain .....	257
<i>Samuel Krauser</i>	
16. Massive Einspareffekte: Automatische Inventurerfassung mit Drohnen .....	275
<i>DI (FH) Maximilian Mrstik</i>	
17. Ansätze für mehr Nachhaltigkeit in der Lagerlogistik .....	285
<i>Florian Sattler</i>	
18. Kann Automatisierung in kleinen Lagern zur Nachhaltigkeit beitragen? .....	299
<i>Peter Totz</i>	
19. Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Stetigförderersysteme: Prototypische Umsetzung .....	315
<i>Dipl.-Ing. Dr.techn. Alexander Ortner-Pichler</i>	
20. Transforming Industrial Composting Plants towards Standards of Industry 4.0 .....	323
<i>Dipl.-Ing. Max Cichocki</i>	
21. Mobile conveyor condition monitoring system "indicAlte" .....	329
<i>Dipl.-Ing. Michael Schadler</i>	
22. Entwicklung einer Methode zur holistischen Modellierung und Bewertung von Paketverteilzentren und deren Sortier- und Verteilprozessen hinsichtlich Nachhaltigkeit .....	335
<i>Dipl.-Ing. Gerald Mahringer</i>	
23. Simulation des Bewegungsverhaltens von forminstabilen Kleinsendungen im Sortierprozess mittels Multi Flexible Body Dynamics .....	343
<i>Gabriel Leitner, BSc, Dipl.-Ing. Dominik Stadlthanner, Dipl.-Ing Harald Steinkellner</i>	
24. Systemmodellierung zur Komplexitätsbeherrschung von Stetigförderern mit geschlossenen diskreten Zugmitteln .....	349
<i>Dipl.-Ing. Patrick Kröpfl</i>	
25. From Waste to Resource: Leveraging Simulation-based Technologies in the Development of an Autonomous Compost Turner .....	355
<i>Dipl.-Ing. Max Cichocki, Dipl.-Ing. Dr.techn. Eva Reitbauer, Dipl.-Ing. Fabian Theurl, Dipl.-Ing. Christoph Schmied</i>	





# **Logistik und Nachhaltigkeit: Herausforderungen und Ansatzpunkte**

Rupert J. Baumgartner



Univ.-Prof. Dr.

## Rupert J. Baumgartner

- Leitung des Christian-Doppler-Labors für nachhaltiges Produktmanagement
- stellvertretender Leiter des Instituts für Umweltsystemwissenschaften
- Forschungsschwerpunkte: nachhaltige Unternehmensführung, circular economy, nachhaltige Produktentwicklung, Nachhaltigkeitsbewertung
- „Nachhaltige Unternehmen, Produkte und Dienstleistungen sind der Schlüssel für die künftige Wettbewerbsfähigkeit und eine prosperierende, inklusive und klimaneutrale Gesellschaft“

Sustainable Circularity

## Logistik und Nachhaltigkeit: Herausforderungen und Ansatzpunkte

Univ.-Prof. Dr. Rupert J. Baumgartner  
CD-Labor für nachhaltiges Produktmanagement in einer Kreislaufwirtschaft  
Institut für Umweltsystemwissenschaften der Universität Graz  
9. Mai 2023

*We work for*  
**tomorrow**

[www.uni-graz.at](http://www.uni-graz.at)



## Agenda



- Herausforderung Nachhaltigkeit und Klimawandel
- Was bedeutet Nachhaltigkeit im Unternehmenskontext?
- Ansatzpunkte für eine nachhaltige Logistik



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

2

## Forschungsthemen Gruppe Prof. Rupert Baumgartner (1)



- Nachhaltigkeitsstrategien und nachhaltige Geschäftsmodelle
  - Strategisches Nachhaltigkeitsmanagement, Organisationskultur und Veränderungsprozesse (z.B. großer Kurierdienstleister)
  - Treiber, Barrieren und Erfolgsfaktoren von nachhaltigen Geschäftsmodellen
- Nachhaltigkeitsbewertung
  - LCA, SLCA und LCSA von Produkten, Technologien oder Organisationen
  - Second-order sustainability assessment
- Nachhaltige Innovationsprozesse



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

3

## Forschungsthemen Gruppe Prof. Rupert Baumgartner (2)



- nachhaltige Produktgestaltung
  - Integration von Nachhaltigkeit in frühe Produktentwicklungsphasen (z.B. heavy duty powertrains)
  - Checklist Sustainable Product Development
  - Circular Product Design
- Circular Economy und sustainable supply chain management
  - Circular business models (circular sprint guide)
  - Regionale Geschäftsmodelle
  - Rolle von social enterprises
  - Digitale Produktpässe (z.B. Batterie Elektrofahrzeuge)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

4

## Christian-Doppler-Labor für nachhaltiges Produktmanagement in einer Kreislaufwirtschaft

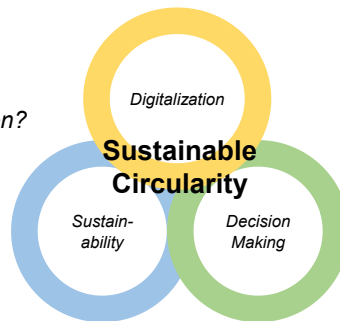


### Forschungsfrage:

*Wie können mittels digitaler  
Methoden Produkte  
nachhaltiger gestaltet werden?*

### Unternehmenspartner:

- iPoint Systems
- ARA AG
- AVL List GmbH



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

5

## HERAUSFORDERUNG NACHHALTIGKEIT UND KLIMAWANDEL



6

# Europäische Gesetzgebung

## European Green Deal



- Klima und Energie
  - bis 2030 minus 55% THG im Vergleich zu 1990 & bis 2050 Klimaneutralität (Österreich strebt bis 2040 Klimaneutralität an)
  - Mind. 40% erneuerbare Energie bis 2030
- Kreislaufwirtschaft (weit über Abfallwirtschaft hinaus!)
  - Recyclingquoten (65% Haushaltsabfälle und 70% Verpackungsabfälle bis 2030)
  - Vorgaben zu Produktgestaltung (detailliert in SPI), öffentliche Beschaffung, Produktion oder Einbeziehung von Konsumenten
  - Sektoren: Elektronik, Fahrzeuge und Batterien, Textilien, Verpackungen, Kunststoffe, Bau/Gebäude, Lebensmittel



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

7

# Europäische Gesetzgebung

## European Green Deal



- Sustainable Product Initiative (SPI)
  - Geht über Energieeffizienz weit hinaus, right to repair, digitale Produktpässe
- Nichtfinanzielle Berichterstattung
  - NFRD bzw. CSRD ab 2024 bzw. 2026 für KMU
- Taxonomieverordnung
- Richtlinie zu Corporate Sustainability Due Diligence („EU-Lieferkettengesetz“)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

8

## Rauchende Schloten = Wohlstand



Denscher (2012)



Stiftung Ruhr Museum



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

9

## Umweltschäden und -katastrophen



- Carson's „Silent Spring“ (Pestizideinsatz 1962)
- Abbau der stratosphärischen Ozonschicht/Ozonloch (seit 1974)
- Verschmutzung Flüsse und Grundwasser (Mur als „Europameister“)
- Saurer Regen und Waldsterben (1976-2003)
- Smog (London, 1952; China, 2013)
- Industrieunfälle: Seveso (Dioxin, 1976), Bhopal (Chemieunfall, 1984), Basel (Brand Sandoz, 1986)
- AKW-Unfälle (Three Mile Island 1979, Tschernobyl 1986, Fukushima 2011)

➤ *Versuch, diese Probleme mit Einzelmaßnahmen zu lösen*



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

10



# Lösung von Umweltproblemen

- Verdünnung ist die Lösung
- Emissionskontrolle ist die Lösung
- Emissionsvermeidung ist die Lösung
- Produktionsintegrierter Umweltschutz / Cleaner Production ist die Lösung
- Nachhaltige Produktions- & Konsummuster von Produkten und Dienstleistungen innerhalb von Ökosystemgrenzen ist die Lösung

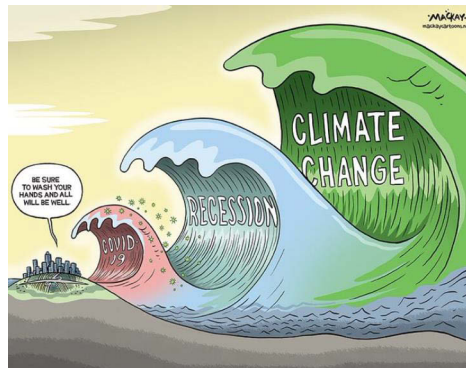


Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

11



## Krisen überlagern sich...

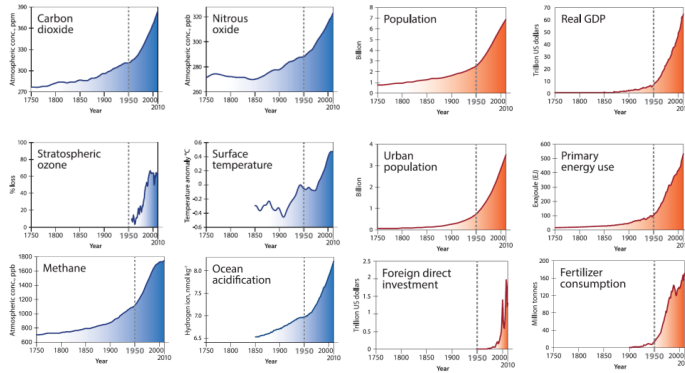


Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

12



# Earth system & socio-economic trends

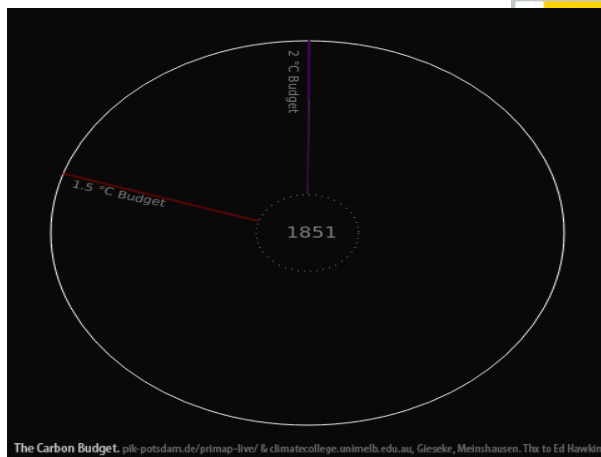


Source: Steffen et al., 2015



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

## CO<sub>2</sub>-Budget



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023



# Trends (1)



- De-Globalisierung und Rückkehr der Geopolitik
  - Krieg wieder Mittel der Politik auch in der ersten Welt
  - Wiederkehr des Nationalen verbunden mit populistischen Strömungen (Trump, Brexit,...)
  - Internationale Geopolitik als globaler Verteilungskampf
  - Systemwettstreit Demokratie versus autokratischem Kapitalismus
- “Fake Everything”
  - Postfaktisches Zeitalter
  - Vertrauen und Glaubwürdigkeit werden systematisch untergraben



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

15

# Trends (2)



- Digitalisierung
  - Digitale Möglichkeiten nehmen stark zu
  - Künstliche Intelligenz, Big Data, Internet of Things, Blockchain
- Transparenz und Legitimität
  - Zunehmende Forderung nach Transparenz der Unternehmenstätigkeiten (inkl. Produktlebenszyklus!)
  - Gesellschaftliche Legitimität nicht mehr automatisch gegeben (z.B. Auto)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

16



## Trends (3)



- **Nachhaltigkeit 2. Art**

- Wesentlich strengere Gesetzgebung mit sehr ambitionierten Ziele (Klimaneutralität)
- Soziale Nachhaltigkeit und Transparenz
- Die Wirkung auf das Gesamtsystem Gesellschaft und Erde wird zunehmend wichtiger
  - *Second-order sustainability performance*
  - *Sozial-ökologische Transformation*



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

17

## Megatrend



- Globale Entwicklung wird unübersichtlicher und weniger planbar
- Globale Herausforderungen werden in ihrer Vernetzung (z.B. Krieg (als Folge (Syrien) oder Ursache (Russland) & Klima-Biodiversität-Migration) deutlicher
- **Hot, Flat, Crowded and Unpredictable (in Anlehnung an Thomas Friedman\*)**

\*Was zu tun ist: Eine Agenda für das 21. Jahrhundert (Suhrkamp)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

18

# Anthropozän



- Neue erdgeschichtliche Epoche
- Menschheit wurde zu einem der wichtigsten Einflussfaktoren auf die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse

➤ ***We are the stewards of planet earth!***  
(Prof. Andrew Hoffman, University of Michigan)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

19

# UN-Nachhaltigkeitsziele



The 17 Sustainable Development Goals positioned in relation to the biosphere foundation and the safe operating space for humans on Earth. Redrawn from Rockström and Sukhdev (2014) as presented at the 2016 EAT Forum (<http://eatforum.org/event/eat-stockholm-food-forum-2016/#program>).



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

20



# Nachhaltigkeit ist eine systemische Eigenschaft...

...und nicht eine Eigenschaft eines einzelnen Objekts (z.B. Material, Produkt, Unternehmen,...)!

- **Physikalische Einbettung**
  - Rohstoffe, Energie
- **Gesellschaftlich-soziale Einbettung**
  - MitarbeiterInnen
  - Rechtsicherheit
  - Akzeptanz
  - Finanzielle Ressourcen

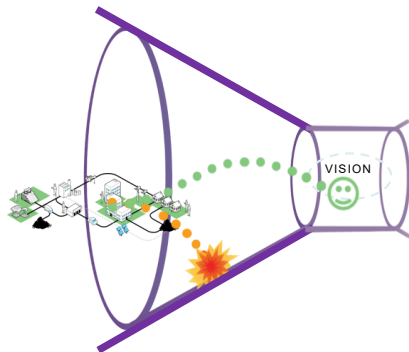
Baumgartner (2019)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

21

## Moderner Nachhaltigkeitsbegriff (FSSD)



Sustainability principles help to stay within the funnel:

- 1) ... concentrations of substances extracted from the Earth's crust.
- 2) ... concentrations of substances produced by society.
- 3) ... degradation by physical means.
- 4) ... health or health and safety.
- 5) ... influence.
- 6) ... competence.
- 7) ... impartiality.
- 8) ... meaning making.

FSSD=Framework for Strategic Sustainable Development

Quelle: Robert 2016



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

22

---

# WAS BEDEUTET NACHHALTIGKEIT IM UNTERNEHMENSKONTEXT?



23

## Zentrale Frage



Wie können Unternehmen in einem turbulenten globalen Umfeld kurz-, mittel- und langfristig erfolgreich agieren?

- Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft als zentrale strategische Ziele gerade in turbulenten Zeiten



Institute of Environmental Systems Sciences

Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

24

# Strategische Ansatzpunkte



- Interne Aktivitäten und Prozesse – Unternehmen erbringt seine Leistungen möglichst **nachhaltig**
- Produkte und Dienstleistungen – Unternehmen ermöglicht es seinen **KundInnen, nachhaltiger** zu sein
- Beides – Unternehmen erbringt **seine Leistungen** möglichst nachhaltig und ermöglicht es **seinen KundInnen, nachhaltiger** zu sein

**Vision:** Nicht weniger schlecht zu sein, **sondern positive Wirkungen auf Menschen und Natur zu entfalten, muss das Ziel sein!**

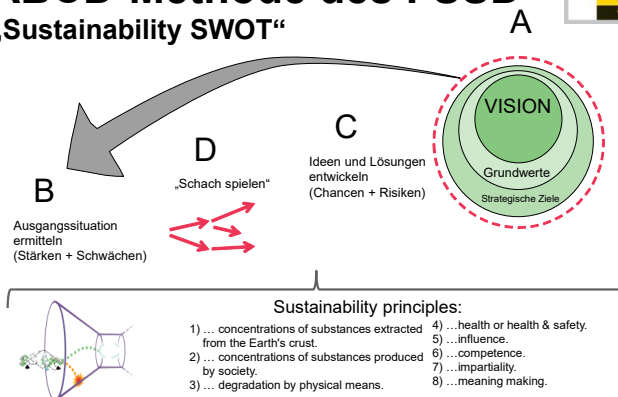
Baumgartner (2014)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

25

# ABCD-Methode des FSSD „Sustainability SWOT“



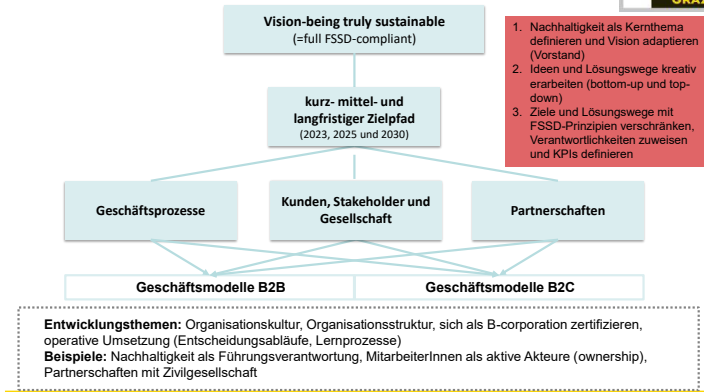
in Anlehnung an Broman & Robert, 2017



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

26

# Strat. Nachhaltigkeitsmanagement



Institute of Environmental Systems Sciences  
 Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

27

## ANSATZPUNKTE FÜR EINE NACHHALTIGE LOGISTIK



28

# Nachhaltigkeitsstrategie

## Leitfragen



Was bedeutet Nachhaltigkeit für ihr Unternehmen?

- Wie möchte man sich in Bezug auf Nachhaltigkeit positionieren?
- Was ist besonders wichtig?



Welche Lücken gibt es noch?



Welche strategischen Maßnahmen können diese schließen?



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

29

# Nachhaltige Logistik - Ansatzpunkte



- Logistik optimiert und verbindet Systeme - wie kann das möglichst nachhaltig getan werden?
  1. Als Logistikunternehmen selbst nachhaltig agieren
  2. Als Logistikunternehmen dem Kunden helfen, nachhaltiger zu sein



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

30



# Bsp.-Faktoren für nachhaltige Logistik



## Umweltfaktoren

- Luftqualität, Lärmbelastung, Klimawandel & Treibhausgasemissionen (THG), Energieverbrauch

## Abfallwirtschaft

- Abfallmenge und -management, Recycling, Reverse-Logistics-Anwendungen.

## Transport- und Lagermanagement

- Routenoptimierung, Ausnützung des Laderaums, Technologie, intermodaler Transport, Lager- und Bestandsmanagement

## Soziale Faktoren

- Anzahl und Qualität der Arbeitsplätze, Arbeitsbedingungen, Beschäftigung von Frauen und gleiche Bedingungen, Weiterbildung

## Interne Faktoren

- Logistikkostenoptimierung, Unternehmensgröße, Komplexität des Managements, Einsatz fortschrittlicher Technologie und Software in der Logistik

## Externe Faktoren:

- Subventionen, Gesetze & Verordnungen (EU und national), technologische und rechtliche Unsicherheiten, Kundenprioritäten, Verkehrssicherheit

## Logistische Performance

- Zoll, Tracking & Tracing, Pünktlichkeit, Logistikkompetenz, Infrastruktur, Organisation von Sendungen

Quelle: Yontar (2022)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

31

# Leistungsmessung mit KPIs



## Soziales

- **MitarbeiterInnenzufriedenheit**
- **MitarbeiterInnen-Engagement**
- Beschäftigungsentwicklung
- Verhältnis Männer-Frauen
- **Ausgaben für Fort- und Weiterbildung**
- Arbeits- und Sozialstandards bei Zulieferern
- Ausgaben für soziales Engagement
- MitarbeiterInnenbeschwerden
- **Nachhaltige Systempartner – Transport** (Einfluss auf Routenoptimierung und Energie-effiziente Fahrzeuge/LKWs)
- **Arbeitssicherheit** (z.B. Unfallquote pro 20.000 Arbeitsstunden)
- KundInnenzufriedenheit

## Ökologie

- Energieverbrauch absolut
- Wasserverbrauch
- **Abfallmenge**
- Abfallmenge (toxisch)
- Abwassermenge
- Materialverbrauch absolut
- **Energieverbrauch je Leistungseinheit [Stück]**
- **THG\*-Emissionen**
- Materialverbrauch je Leistungseinheit
- Anteil an recycelten Materialien
- **Investitionssumme [in T €] in nachhaltige Technologien**
- Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergiebedarf
- Sicherheit der Kühlsysteme (Zertifizierung)

\*THG= Treibhausgasemissionen

<https://role.de/2021/01/25/nachhaltigkeit-in-unternehmen-fortschritte-mit-kpis-messen/>



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

32



Univ.-Prof. Dr. Rupert J. Baumgartner  
+43 316/380/3237

[rupert.baumgartner@uni-graz.at](mailto:rupert.baumgartner@uni-graz.at)

Universität Graz  
Christian-Doppler-Labor für nachhaltiges  
Produktmanagement  
Institut für Umweltsystemwissenschaften,  
Merangasse 18, 8010 Graz  
[circular.uni-graz.at](http://circular.uni-graz.at)



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

33

## Literaturquellen



- Baumgartner, R. J. (2014): Managing Corporate Sustainability and CSR: A Conceptual Framework Combining Values, Strategies and Instruments Contributing to Sustainable Development. In: Corporate Social Responsibility and Environmental Management. Vol. 21, Nr. 5, S. 258-271
- Baumgartner, R. J. (2019): Sustainable Development Goals and the Forest Sector - A Complex Relationship. In: Forests. Vol. 10, 152
- Broman, G., Robèrt, K.-H. (2017): A framework for strategic sustainable development. In: Journal of Cleaner Production. Vol. 140, Teil 1, S. 17-31
- Kiesnere, A. L.; Baumgartner, R. J. (2019): Sustainability Management in Practice: Organizational Change for Sustainability in Smaller Large-Sized Companies in Austria. In: Sustainability. Vol. 11, Nr. 12, S. 572-612
- Robèrt, K.-H. (2016): Sustainability-biggest challenge since dawn of civilization 10000 years ago. Presentation at Summerschool DK Climate Change.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. and Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. In: The Anthropocene Review. Vol. 2, Nr. 1, S.81-98.
- Yontar, E. (2022). Assessment of the logistics activities with a structural model on the basis of improvement of sustainability performance. Environmental Science and Pollution Research, S. 1-19.



Institute of Environmental Systems Sciences  
Baumgartner: Logistik und Nachhaltigkeit / 09.05.2023

34





# **Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion**

Robert Schulz



Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
**Robert Schulz**

- Institutsleiter am Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart

## Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion

Bild-Quelle: ARENA2036



### **Titel: „Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion“**

- Potenziale durch neue Freiheitsgrade in der Matrixproduktion bzw. fluiden Produktion
- Flexibilität vs. Wandlungsfähigkeit
- Intelligente Infrastruktur für Produktion und Logistik

## Vorstellung

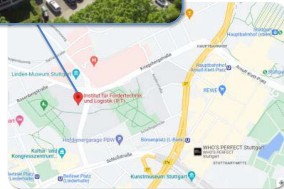
### IFT

Institut für Fördertechnik und Logistik  
Universität Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz  
Institutsleiter

Forschungsschwerpunkte:

- Seiltechnologie / Seilprüfung
- Materialflussautomatisierung
- Logistik



## Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT) der Universität Stuttgart

Forschungsschwerpunkte:

- Seiltechnologie
- Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung
- Logistik

Insgesamt 37 Mitarbeitende:

- 25 wissenschaftliche Mitarbeitende
- 7 Verwaltung
- 5 Werkstatt
- + ca. 20 studentische Hilfskräfte

Univ.-Prof. Dr.-Ing Robert Schulz ist seit 03/2019 Universitätsprofessor und geschäftsführender Direktor des Institutes für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart.

Nach seinem Maschinenbaustudium erlangte Prof. Schulz seine Promotion 2002 am Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart. Danach war er in der Industrie bei der Dürr AG (2002 – 2009) und der Audi AG (2009 – 2019) tätig. Seit März 2019 ist er Professor für Technische Logistik und leitet das Institut für Fördertechnik und Logistik an der Universität Stuttgart.

3

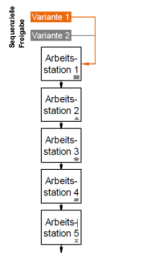
## Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion

- Potenziale durch neue Freiheitsgrade in der Matrixproduktion bzw. fluiden Produktion
- Flexibilität vs. Wandlungsfähigkeit
- Intelligente Infrastruktur für Produktion und Logistik

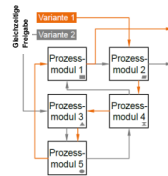
4

## Potenziale durch neue Freiheitsgrade in der Matrix- bzw. fluiden Produktion

### Fließbandproduktion

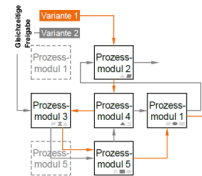


### Matrixproduktion



- keine feste Taktzeit
- keine feste Reihenfolge

### Fluide Produktion



- keine feste Taktzeit
- keine feste Reihenfolge
- beliebige Montageumfänge pro Prozessmodul

Quellen: Fries et al. (2019) und [1] (2021)

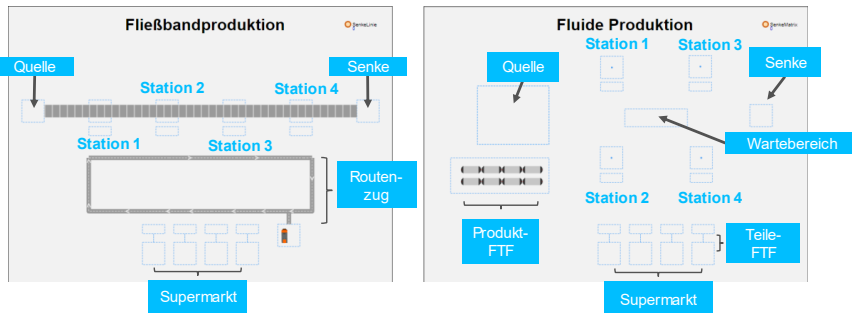
## Potenziale durch neue Freiheitsgrade in der Matrix- bzw. fluiden Produktion

Aktuell führt der Trend nach Produktindividualisierung zu kleinen Losgrößen in der Fertigung und dadurch zu einem Umdenken. Zu den veränderten Kundenbedarfen kommen volatile Märkte hinzu, wodurch alternative Produktionskonzepte wie Matrixproduktion und Fluide Produktion zunehmend an Bedeutung gewinnen. Durch die neuen Produktionskonzepte wie die Fluide Produktion kann die Fertigung von verschiedenen Produkttypen und Varianten beispielsweise in einer Montagelinie realisiert werden.



8

### Einfaches Modell einer Pkw-Montage (4 Takte bzw. Stationen, 4 Sequenzteile, Varianz von 4)



9. Mai 2023

Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion.

Prof. Dr.-Ing. Robert Schütz



Universität Stuttgart  
Institut für Fertigtechnik und Logistik

### Gegenüberstellung der konventionellen Fließbandfertigung und der Fluiden Produktion am Beispiel einer Pkw-Montage (stark vereinfachtes Modell zur Veranschaulichung)

Vorgehen für die Pkw-Montage:

Ein Fahrzeugmodell, 4 Takte bzw. Stationen, 4 Bauteile mit jeweils 4 Ausstattungsvarianten

Unterschiede der Modelle:

Fließbandproduktion (links):

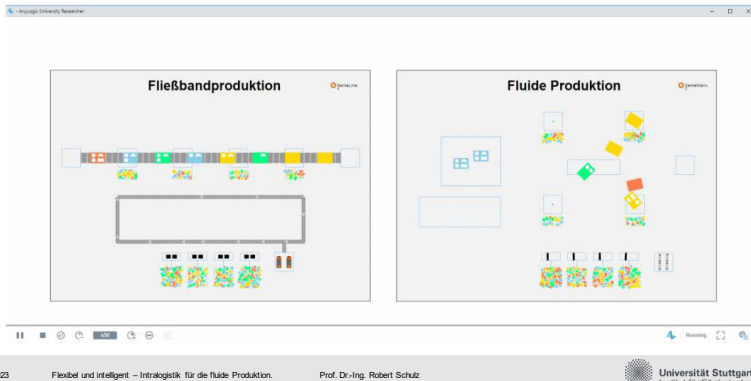
- Starre Fördertechnik und klar definierte Streckenführung
- Routenzug
- Takt und JIS-Materialbereitstellung

Matrixproduktion (rechts):

- Kein Takt erforderlich (Produkte verfügen über Attribute zur Festlegung individueller Montagezeiten) und freie Streckenführung
- Einsatz von FTF für die Materialbereitstellung und den Transport durch den Montageprozess
- Die vier Montagebauteile können in beliebiger Reihenfolge an den Produkten montiert werden
- Wartebereich zur Pufferung der Produkt-FTF erforderlich.
- Das Layout kann beinahe beliebig variiert werden (z. B. Wartebereiche für jede Montagestation, Positionierung des Supermarktes oder der Lager an den Montagebereichen)

6

## Simulation - Einfaches Modell einer Pkw-Montage (4 Takte bzw. Stationen, 4 Sequenzteile, Varianz von 4)

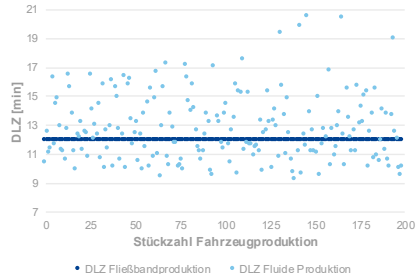


Die Simulation zeigt beide Modelle – die Fließbandproduktion und die fluide Produktion – in der Gegenüberstellung.

7

## Simulation – Ergebnisinterpretation I

- Taktzeit von 3 min in der Fließbandfertigung
- Konstante DLZ Fließbandproduktion:
  - Ø DLZ: 12,0 min
- Volatile DLZ Fluide Produktion:
  - Ø DLZ: 13,0 min
  - Keine konstante FTF-Fahrgeschwindigkeit
  - Wartezeiten (z. B. aufgrund belegter Montagestationen)
  - Kollisionsvermeidung der FTF



DLZ = Durchlaufzeit

9. Mai 2023

Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion.

Prof. Dr.-Ing. Robert Schütz


 Universität Stuttgart  
 Institut für Fördertechnik und Logistik

## Ergebnisinterpretation I:

Insgesamt haben 200 Produkte das Montagelayout durchlaufen.

Abgebildet ist für jedes Produkt die dazugehörige Durchlaufzeit (DLZ)

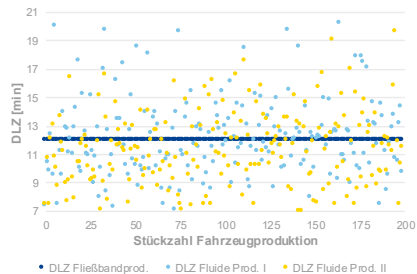
→ Konstante Durchlaufzeit bei der Linie

→ Volatile Durchlaufzeit in der Matrixproduktion

- Ausreißer nach oben treten auf, wenn sich z. B. die FTF gegenseitig blockieren oder ein FTF lange im Wartebereich verbleibt.

## Simulation – Ergebnisinterpretation II

- Einführung eines zusätzlichen Derivats mit weniger Ausstattungsmerkmalen
- Konstante DLZ bei der Fließbandproduktion:
  - Ø DLZ: 12,0 min
- Systematische DLZ-Reduzierung bei der Fluiden Produktion:
  - Ø DLZ Fluide Produktion I: 12,2 min (75%/25%)
  - Ø DLZ Matrix Produktion II: 11,6 min (50%/50%)



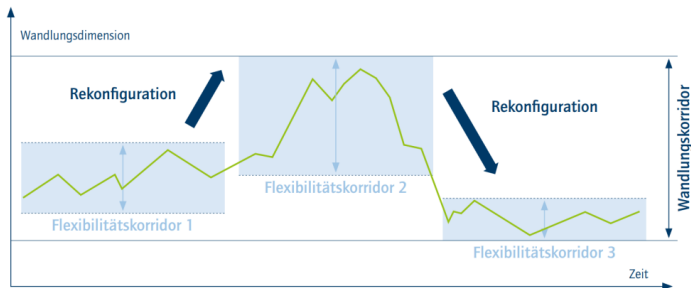
DLZ = Durchlaufzeit

## Ergebnisinterpretation II:

Mit der Einführung eines weiteren Derivats und neuen Ausstattungsmerkmalen ergeben sich für die Fluide Produktion entscheidende Vorteile:

- Die Durchlaufzeiten passen sich dynamisch den Ausstattungsmerkmalen an, während die Taktzeit im starren Fließkonzept unverändert bleibt.
- Die Integration eines neuen Derivats auch mit Mehrausstattung kann mit geringem planerischen Aufwand umgesetzt werden. In der Fließfertigung richtet sich alles nach dem bestehenden Produkt auf der Linie. Zusätzliche Ausstattungsmerkmale können nur mit erhöhten Aufwand integriert werden.
- Der neue Produktmix auf einer Montagelinie lässt sich in der Fluiden Produktion einfach integrieren.

## Flexibilität vs. Wandlungsfähigkeit



Quelle: [2]

9. Mai 2023

Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion.

Prof. Dr.-Ing. Robert Schütz

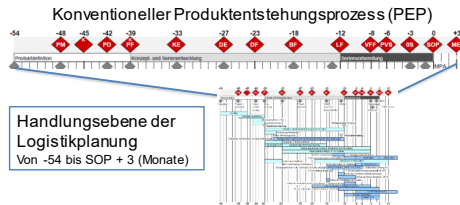


Universität Stuttgart  
Institut für Fördertechnik und Logistik

Im Schaubild ist die Wandelungsdimension, zum Beispiel die Stückzahl, über die Zeit abgebildet. Dabei wird die Flexibilität über einen Korridor definiert, welcher die im operativen Betrieb notwendige Veränderungsfähigkeit bereitstellt. Für tiefere Veränderungen kann die Rekonfiguration genutzt werden, um den Flexibilitätskorridor zu verschieben, damit beispielweise deutlich höhere Stückzahlen produziert werden können.

## Reduzierung des Planungsaufwands durch Wandlungsfähigkeit am Beispiel des automobilien Produktentstehungsprozesses

- Kürzere Planungsphasen
- Kürzerer Produktanlauf
- Weniger Abstimmungsaufwand zwischen den Planungsbereichen der Fertigung, Logistik, IE, Vorserie



## Nachhaltiger Umgang mit Produktionsanlagenbestand durch Wandlungsfähigkeit

- Retooling von Anlagentechnik
- Kontinuierliche Modernisierung von Anlagentechnik

Im automobilien Produktentstehungsprozess verläuft die Konzeptplanung über die Feinplanung und Realisierung der Logistik über einen Zeitraum von über 3 Jahren (s. Abbildung „Konventioneller Produktentstehungsprozess“). Hierzu gehören z. B. die Planung der Modulmüänge, die Ausgestaltung der JIT- und JIS-Abläufe sowie die Feinplanung des Materialflusses. In Matrixproduktionen bzw. fluiden Produktionen mit wandlungsfähigen und flexiblen Strukturen können diese Zeiträume und (Personal-) Aufwände erheblich reduziert werden, da eine einfachere Neuplanung, aber insbesondere auch eine einfachere Integration neuer Produkte in bestehende Produktionen erfolgen kann.

## Intelligente Infrastruktur für Produktion und Logistik

Der Intelligente Boden für Produktion und Logistik (Bosch Rexroth) [3]



9. Mai 2023

Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion.

Prof. Dr.-Ing. Robert Schütz



Universität Stuttgart  
Institut für Fördertechnik und Logistik

Der Intelligente Boden stellt eine Möglichkeit dar, wie zukünftig eine flexible und wandlungsfähige Produktion und Logistik realisiert werden kann. Der Intelligente Boden ist ein patentiertes Doppelbodensystem, konzipiert als universelle Infrastrukturplattform. Der modular aufgebaute Boden besteht aus einzelnen quadratischen Plattenelementen, welche mit unterschiedlichen Sensor- und Aktor-Funktionen ausgestattet werden können. Die einfachste Ausführung beinhaltet bereits sensorische und aktorische Elemente in der Tragstruktur. Eine Lasterkennung ist beispielweise über Wägezellen in den Füßen möglich. Außerdem sind LED-Streifen als optische Aktoren angebracht, deren LEDs individuell und in jeder Farbe angesteuert werden können. Dies eröffnet neue Lösungsansätze, um Funktionalitäten aus dem FTF an den Boden auszulagern. Ziel ist es, die kostenintensive Technik zur Ortung, Navigation und Sicherheit von den einzelnen „Produktions- und Logistikteilnehmern“ (z. B. FTF) in den Boden zu verlagern. Mit skalierender Zahl an „Produktions- und Logistikteilnehmern“ rentiert sich die Investition in die intelligente Infrastruktur.

SCOOTY: Low-Cost AGV für die fluide Produktionslogistik [3]

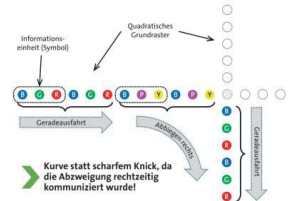
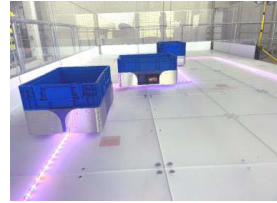


Die Entwicklung von SCOOTY startete 2020 in Zusammenarbeit mit dem IEW (Institut für Elektrische Energiewandlung) und wurde durch das IFT bis zum Prototyp weiterentwickelt. Es basiert auf einer Kopplung der Navigation mit dem Intelligenten Boden von Bosch Rexroth. SCOOTY ist ein flächenbewegliches FTF, das sich auf kleinem Raum frei bewegen kann. Ein neues Steuerungskonzept mit einer beliebigen Anzahl Räder ermöglicht eine omnidirektionale Mobilität.

## Intelligente Infrastruktur für Produktion und Logistik

### Granularer Warentransport mit SCOOTY [3]

- Umgebungs- und Hinderniserkennung leisten die Sensoren im Boden.
- Eine Energieversorgung kann während der Fahrt drahtlos erfolgen.
- Die LED-Streifen werden zur dynamischen Spurführung genutzt.
- Über Farbmuster in den LEDs wird ein zusätzlicher Kommunikationskanal geschaffen.



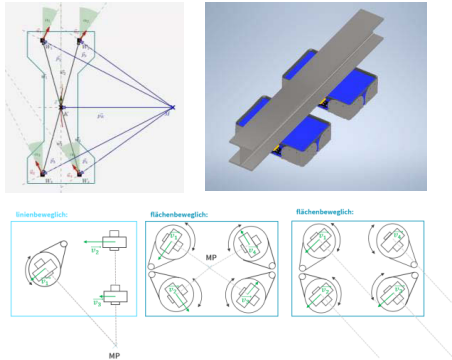
SCOOTY wird vollständig vom intelligenten Boden gesteuert. Es besitzt darüber hinaus keine Vorzugsrichtung und kann der Spur vorwärts ( $0^\circ$ ), rückwärts ( $180^\circ$ ) oder mit beliebigem Winkel folgen. Als Ladungsträger sind einzelne oder gestapelte Kleinladungsträger (KLT) vorgesehen. Darüber hinaus soll SCOOTY als modulares fahrerloses Transportsystem zukünftig flexibel für unterschiedliche Anwendungsfällen eingesetzt werden können.



## Intelligente Infrastruktur für Produktion und Logistik

Ansatz zur (Re-)Konfiguration und Koordination autonomer Fahrzeuge Omni-Kurven-Parameter (OKP) [4]:

- angepasst an die Größe einer Last
- dezentral koordiniert
- auch unterschiedliche Fahrzeugtypen sollen einen Verbund bilden können
- Verwendung eines Universal-Steuerungsansatzes (OKP)



Die erarbeitete konstruktive Lösung lässt sich modular praktisch in beliebiger Anzahl und frei in der geometrischen Anordnung zu spezifischen Fahrwerken kombinieren. Mit der Anzahl der Räder verteilt sich auch die Traglast sowie die erforderliche Antriebsleistung gleichmäßig, so dass die kompakte Bauform und die niedrige Fahrzeug-Gesamthöhe von 160 mm erhalten bleiben. Passend dazu basiert die Steuerungssoftware auf einem grundlegend skalierbar aufgebauten mathematischen Konzept.

## Intelligente Infrastruktur für Produktion und Logistik

### Forschungscampus ARENA2036 - Fluide Fahrzeugproduktion für die Mobilität der Zukunft

Zielsetzung der zweiten Förderphase:

- Die vernetzte Logistik ist in der Lage, ohne ein übergeordnetes Steuerungssystem die für die Produktion benötigten Materialien am Bedarfsort bereitzustellen.
- Die dezentral-orientierte Steuerung ermöglicht eine flexible Reaktion auf unvorhergesehene Ereignisse und eine stetige Anpassung an sich verändernde Anforderungen.
- Bestandteil der vernetzten Logistik sind unter anderem Smarte Ladungsträger, Fahrerlose Transportsysteme (FTS) sowie Lager, die durch integrierte Intelligenz in der Lage sind, selbstständig Nachschubbestellungen auszulösen.
- Sicherheitsorientierte Gestaltung der Fluiden Produktion mit Fokus auf Mobilität basierend auf Cyber Physische Systeme (CPS).

Quelle: [1] und [9]

9. Mai 2023

Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion.

Prof. Dr.-Ing. Robert Schütz



Universität Stuttgart  
Institut für Fördertechnik und Logistik

### Forschungscampus ARENA2036 - Fluide Fahrzeugproduktion für die Mobilität der Zukunft

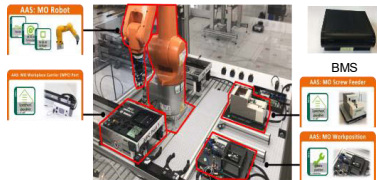
Die Ziele der zweiten Förderphase sind, aufbauend auf den Erkenntnissen und Ergebnissen der ersten Förderphase, in welcher verschiedene Belieferungskonzepte entstanden sind, eine vernetzte Logistik für die Fluide Produktion zu entwickeln. Hierfür werden zunächst u. a. Anforderungen aus der Industrie und Forschung ermittelt. Als Ergebnis werden konzeptionelle Materialbereitstellungstrategien sowie Ansätze für Smarte Ladungsträger, Lager und FTF angestrebt. Ebenso wird das Ziel verfolgt, die Gestaltung der Sicherheit mit Hinblick auf die Mobilität der Fluiden Produktion zu forcieren.

## Intelligente Infrastruktur für Produktion und Logistik

### Demonstratoren für den Anwendungsfall „Produktion und Logistik“:

Use Case:

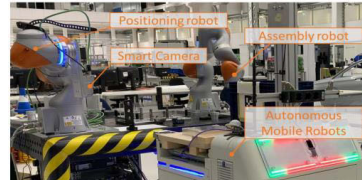
Mobile Assembly System CESA<sup>3</sup>R



FLMS Demonstrator mit mechatronischen Objekten (MO) für die Montage des Battery Management System (BMS)

Use Case:

Assemblystation, Smart Camera, Robot, AMR



FLMS Demonstrator mit mechatronischen Objekten (MO) zur dynamischen Feinpositionierung mit Kamera-Marker

FLMS = Fluid Manufacturing System  
CESA<sup>3</sup>R = Concept for Engineering free, Scalable, Advanced Automated Assembly system for Rapid ramp up

Quelle: [1] und [5]

9. Mai 2023

Flexibel und intelligent – Intralogistik für de fluide Produktion.

Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz



Universität Stuttgart  
Institut für Fertigtechnik und Logistik

### Mobile Assembly System CESA<sup>3</sup>R (Abbildung links)

Für die Validierung der in diesem Arbeitspaket erarbeiteten Konzepte für die Umsetzung intelligenter Montagemodule für automobile Vormontagen wurde ein Forschungsdemonstrator mit einem sechsachsigen Industrieroboter der Fa. KUKA aufgebaut. Der Demonstrator verfügt über eine ausreichende Fläche im Arbeitsraum für die Platzierung der mechatronischen Objekte (MO) und ein entsprechendes Codefeld für das Lokalisierungssystem der MO. Darüber hinaus verfügt der Demonstrator über einen an- und abkoppelbaren doppelten Werkstückträhgereinzug, über welchen abwechselnd je ein Werkstückträger (WT) mit Teilen für die Montage automatisiert bereitgestellt werden kann. Als Montageaufgabe wurde exemplarisch die Montage der Leiterplatte des Battery Management System (BMS) ausgewählt. Die Montage erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst wird der WT, der entsprechend einem Warenkorb alle für die Montage des BMS im One-Piece-Flow erforderlichen spezifischen Komponenten enthält, über den Werkstückträhgereinzug bereitgestellt. Anschließend wird das Gehäuse mit Hilfe des Roboters in einer Arbeitsposition fixiert. Der darauffolgende Schraubprozess wird in Verbindung mit dem Knickarmroboter realisiert. Die insgesamt vier Schrauben werden dabei über eine automatisierte Schraubenzuführung bereitgestellt. Anschließend wird das Gehäuse mit der verschraubten Leiterplatte wieder zurück auf den Werkstückträger auf dem Werkstückträhgereinzug gesetzt, über den das BMS und die übrigen Komponenten automatisiert aus der Zelle herausgefahren und anschließend zum nächsten Montageschritt, z. B. der manuellen Endmontage, transportiert werden können.

Für die Umsetzung dieser Montageaufgabe wurden die folgenden MO entwickelt:

- Das MO „Roboter“ dient zur Durchführung der Pick&Place-Aufgaben und der Schraubvorgänge.
- Das MO „WT-Einzug“ bzw. Werkstückträhgereinzug ist für die Bereitstellung der zu montierenden Bauteile zuständig.
- Das MO „Schraubgeber“ ist für die Zuführung der Schrauben während der Schraubvorgänge zuständig.
- Das MO „Arbeitsposition“ dient als eine gemeinsame „Arbeitsfläche“.

Aus dieser ersten technischen Umsetzung des Gesamtkonzepts wurden einige Erkenntnisse gezogen, die für die breitere Umsetzung des Konzepts im industriellen Kontext wichtig sind. Es ist insbesondere wichtig, dass die Verwaltungsschale (VWS, im Bild AAS) für die MO definierte Datenschnittstellen bereitstellt, um ausreichende und wichtige Daten für die Inbetriebnahme, den Betrieb und die Fehlerbehandlung zu liefern.

### **Assembly Station, Smart Camera, Robot und AMR (Abbildung rechts)** Feinpositionierung durch Kamera-Marker Erkennung

Ziel ist es, eine Stationspositionierung in Kombination mit einem Industrieroboter zu ermöglichen. Das Konzept basiert auf der Annahme, dass durch die Fortentwicklung der Objekterkennung und künstlichen Intelligenz, die Ausstattung von Industrierobotern mit Kameras und weiteren Sensoren stetig zunimmt. Aus diesem Grund sind hochgenaue Positionieraufgaben ein entscheidender Aspekt in der Fluiden Produktion. Um die Genauigkeit an einer Station zu erhöhen, wird mithilfe der Kombination aus einem Roboter und einem Kamerasystem versucht das FTF „anzuziehen“. Die Idee ist mithilfe einer Kamera und einem Aruco-Marker die Distanz zwischen FTF und Kamera zu ermitteln. Der Aruco-Marker wird hier als Referenzpunkt des FTF verwendet. Vor dem realen Systemtest, wurde ein einfacher Testaufbau erstellt, der mithilfe einer einfachen Webcam und einem Tisch mit einem Aruco-Marker überprüft wurde, ob dieser realisierbar ist. Die Abbildung zeigt den Testaufbau. Die Kamera-Marker-Auswertung gibt die aktuellen Koordinaten des Markers aus, welche dann vom FTF an den MQTT-Broker gesendet werden. Die Auswertung verläuft über ROS und die eingebettete Version von OpenCV.

Mit dem abgeschlossenen Testaufbau kann nun die Software auf einen realen Aufbau der Fluiden Produktion übernommen werden. Hierfür wird ein Balluff-Kamerasystem und ein Kuka-Roboter verwendet, welches fest an der Montagefunktion fixiert ist. Der Aruco-Marker ist im oberen Bereich des FTF befestigt. Mithilfe der oben genannten Systeme und dem Teilen von Sensorinformationen über die VWS kann eine höhere Positioniergenauigkeit zwischen Fahrzeug und der Roboterstation erreicht werden. So könnte ein Fahrzeug unter Umständen eine genauere Endposition erreichen, als dies mit der eingebauten Sensorik möglich ist. Im Kontext der Fluiden Produktion ergibt dieses Konzept große Vorteile, da die Übergabeposition zwischen Robotern und FTF nicht mehr fest vorgegeben werden muss, sondern dynamisch zwischen Übergabestation und dem jeweiligen Fahrzeuge ausgehandelt werden kann. So wäre eine Übergabe ohne Teachfahrt möglich, selbst wenn sich die Position der Roboterstation im Raum verändert.

## Zusammenfassung und Ausblick

- **Flexibel in der Produktionskapazität**  
einfache Erweiterung der Kapazität in der Matrix- bzw. Fluiden Produktion
- **Skalierbarkeit im Produktmix**  
einfache Anpassung der zu produzierenden Stückzahlen im Derivatemix/ Modellmix
- **Wandlungsfähigkeit**  
einfache Integration neuer Produkte / Derivate  
erhebliche Reduzierung des Planungsaufwands
- **Retooling und kontinuierliche Modernisierung von Anlagentechnik**  
Nachhaltiger Umgang mit Produktionsanlagenbestand  
Reduzierung der Investitionen in (schon wieder) vollständig neue Anlagentechnik
- **Zentrale oder dezentrale Steuerungszintelligenz** der Produktions- und Logistikteilnehmer  
Forschungsbedarf: Hybride Modelle; selbstregelnde Modelle für Produktion und Logistik etc.

## Kontakt

Institut für Fördertechnik und Logistik  
Universität Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz  
Institutsleiter



+49 711 685-83771



[robert.schulz@ift.uni-stuttgart.de](mailto:robert.schulz@ift.uni-stuttgart.de)



<https://www.ift.uni-stuttgart.de/>



Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart

Ansprechpartner:  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz

Bei weiteren Fragen können Sie sich gerne jederzeit bei uns melden.

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



## Quellen

- [1] A. Bozkurt, T. Tasci, R. Schulz, und A. Veri, „Designing of Smart Logistics Modules as Cyber-physical systems for Load carriers“, in Tagungsband zum 17. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL), 2021, Bd. 17, S. 148–155.
- [2] Forschungsbeitrag der Plattform Industrie 4.0 / acatech: Umsetzung von cyber-physischen Matrixproduktionssystemen – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Kooperationspublikationen, 6. Juli 2022
- [3] C. Brenner und A. Colomb, „Granularer Warentransport mit neuartigem Miniatur-Low-Cost-FTF ‚Scooty‘ – Teil II“, *f+h Fördern und Heben*, Bd. 11/2022, S. 16–18, Nov. 2022.
- [4] C. Brenner und A. Colomb, „Anwendung der Omni-Kurven-Parameter zur Bestimmung der Aktor-Stellgrößen und universellen Bewertung der Bewegungsmöglichkeiten unterschiedlicher Fahrwerke“, in 18. Tagungsband der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL), Sep. 2022, Bd. 18.
- [5] M. Hagg und R. Schulz, „Concept for material supply in fluid manufacturing systems“, in Changing Tides: The New Role of Resilience and Sustainability in Logistics and Supply Chain Management (Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), 33), W. Kersten, C. Jahn, T. Blecker, und C. M. Ringle, Hrsg. 2022.





# **Menschzentrierte Schichtplanung in der Logistik**

Charlotte Haid



M. Sc.

## Charlotte Haid

- Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik der TU München seit Mitte 2020
- Zuvor in der Automobillogistik im Bereich Innovationen in der Logistik
- Themenbereiche am Lehrstuhl: Künstliche Intelligenz und Ethik in der Logistik, Robotik in der Logistik und auf der Baustelle



Janette & Garvin

🏠 San Diego

- Janette arbeitet bei Starbucks
- Sie verdient 200 \$ pro Woche
- Sie bekommt ihren Schichtplan meist weniger als 3 Tage vor Schichtbeginn
- Die Schichtplanung von Starbucks diktiert ihr und Garvins Leben

[NYT-2014]



5

## Menschzentrierte Schichtplanung in der Logistik

- Entstanden aus dem Forschungsprojekt „A human preference-aware optimization system“, gefördert vom Institute for Ethics in Artificial Intelligence der TU München
- Bearbeitet vom Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik der TUM sowie dem Lehrstuhl für International Relations der TUM
- Interdisziplinäres Projekt aus Technik und Ethik

Charlotte Haid, Akad. Rätin

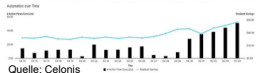
TU Graz  
09.05.2023

6

## Ausgangssituation

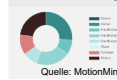
### 1 Einsatz von Artificial Intelligence (AI)-Technologien in der Logistik

- Immer mehr Daten verfügbar durch Tracing-Technologien
- Effizienzanalysen aus Daten mit Fokus auf Leistungstransparenz



Quelle: Celonis

#### Aktivitätsverteilung



Quelle: MotionMiners



### 2 Personalentwicklung in der Logistik

- Zunehmend ältere Mitarbeiter mit individuellen Bedürfnissen
- Fehlender Nachwuchs durch unattraktive Arbeitsplätze
- Komplexe Prozesse lassen Automatisierung oft nicht zu



Entwicklung des Anteils der Arbeitnehmer über 55 J.  
Quelle: Statista

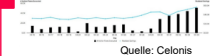
7

## Ausgangssituation und Problemstellung

### Einsatz von AI-Technologien in der Logistik

- Immer mehr Daten verfügbar durch Tracing-Technologien
- Effizienzanalysen aus Daten mit Fokus auf Leistungstransparenz

1



Quelle: Celonis



Quelle: MotionMiners

### Personalentwicklung in der Logistik

- Zunehmend ältere Mitarbeiter mit individuellen Bedürfnissen
- Fehlender Nachwuchs durch unattraktive Arbeitsplätze
- Komplexe Prozesse lassen Automatisierung oft nicht zu

2



Quelle: Statista



### Entstandene Probleme:

- Unattraktivität der Arbeitsplätze
- Mitarbeitermangel
- Technologieeinsatz ohne Mitarbeiterzentrierung

8

## Idee: Aufbau einer menschenzentrierten Schichtplanung für die Logistik

### Ethik im Arbeitskontext

- Autonomie
- Fairness
- Wohlergehen

### Sozialwissenschaft

- Anforderungsanalyse bei Mitarbeitern, Führungskräften und Arbeitnehmervertretern
- Wunsch nach Planungssicherheit, Fairness, Transparenz, ergonomischer Gestaltung, Datenverschlüsselung

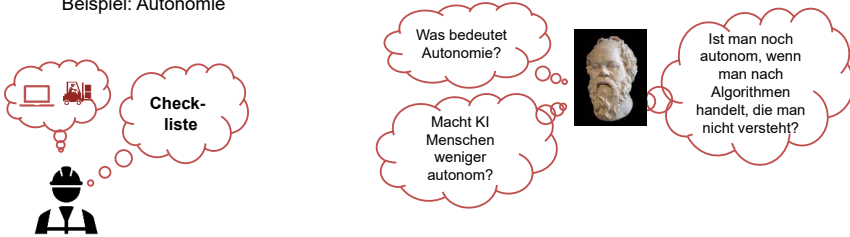
Gemeinsame  
Diskussion

### Technik

- Integration der Anforderungen in Softwareentwicklung
- Aufbau eines Design Prototypen des User Interfaces mit Nutzerstudien

9

## Diskussion ethischer Prinzipien Beispiel: Autonomie

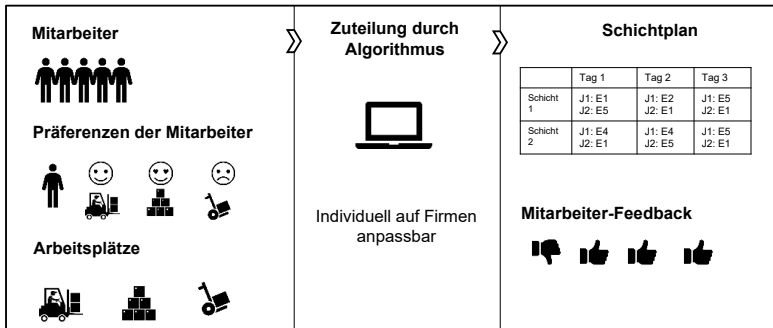


### Wie kann das Planungssystem Autonomie erhalten oder fördern?

- Arbeitern ermöglichen, Aufgaben und Arbeitszeiten mitzubestimmen
- Geeignete Fortbildungen o.ä. vorschlagen
- Transparenz von Entscheidungen sicherstellen
- Mitbestimmung und Einwilligung von Mitarbeitern sicherstellen
- Sicherstellen, dass das System Interaktion nicht einschränkt, keine Überwachung ermöglicht

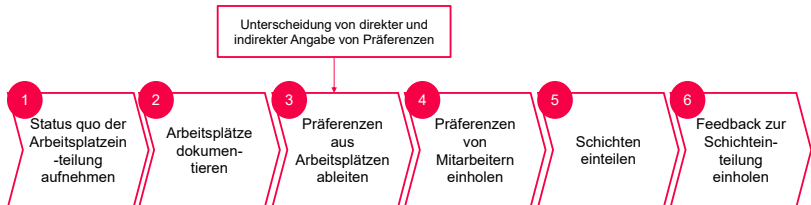
10

## Präferenzbasierte Schichtzuteilung – Übersicht des Systems



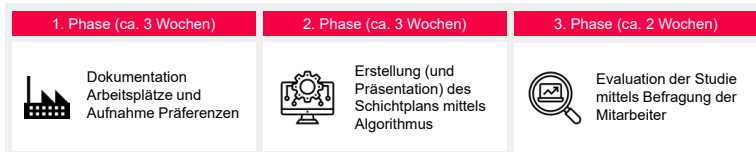
11

## Vorgehen zum Einsatz präferenzbasierter Schichtzuteilung in der Logistik



12

## Praxisbeispiel: Anwendung der Methode



13

## Anwendung in der Praxis

### Fokus auf Arbeitsplatzzuteilung



#### Studie zum Einsatz der Schichtplanung

August 2022

- Julius Blum GmbH: Beschlägehersteller aus Höchst, Vorarlberg
- Einsatz in der Logistik im Bereich Verpackung und Versand, Gruppe aus 15 Mitarbeitenden
- Schichtplan wird aktuell vom Schichtleiter manuell erstellt, ausgedruckt und aufgehängt
- Abfrage von Präferenzen, Aufnahme der Arbeitsplätze, Einzelinterviews
- Vorschlag eines alternativen Schichtplans und Vergleich mit manuell erstelltem Schichtplan
- Trotz anfänglicher Begeisterung der Mitarbeiter keine Verbesserung durch alternativen Schichtplan
- Erkenntnis, dass Schichtplan sehr individuell auf Unternehmen abgestimmt sein muss



14

## Anwendung in der Praxis

### Fokus auf Schichtzuteilung




#### Studie zum Einsatz der Schichtplanung

Mai 2023

- Klinikum rechts der Isar, Universitätsklinikum der TU München
- Einsatz in der Viszeralchirurgie mit Fachärzten und Assistenzärzten
- Schichtplan wird aktuell von einem Arzt digital erstellt und verschickt
- Ärzte können bereits Wünsche für bestimmte Schichten abgeben
- Berücksichtigung der Wünsche aber optional, besonders an Feiertagen schwierig
- Bereits manuelle Berücksichtigung von Fairness über Punktzahlen für besondere Schichten
- Durchführung der Studie im Mai 2023








## Handbuch zur präferenzbasierten Schichtzuteilung

- Zusammenfassung der Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt
- Für Wissenschaft, Unternehmen und Gewerkschaften
- Informationen zu ethischen Prinzipien
- Informationen zum Aufbau des Schichtplanungssystems und dem User Interface
- Weiterführende Literatur, Publikationen aus dem Projekt
- Download unter <https://www.mec.ed.tum.de/fml/forschung/studien/>



## Fazit und Ausblick

-  Positive Resonanz zum Thema aus Unternehmen und Gewerkschaften
-  Vielfältige Einsatzmöglichkeiten nicht nur in der Logistik
-  Weitere Verbesserungsmöglichkeiten bei Einsatz, Erklärbarkeit und Transparenz des Systems
-  Ethik und Philosophie leben nicht von Checklisten, sondern von Diskussionen
-  Interdisziplines Arbeiten sehr wertvoll für die Wissenschaft und für Unternehmen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Charlotte Haid, M.Sc.**

Technische Universität München  
TUM School of Engineering and Design  
fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

Boltzmannstr. 15  
85748 Garching  
Tel +49 89 289 15938  
E-Mail: [charlotte.haid@tum.de](mailto:charlotte.haid@tum.de)  
[www.mec.ed.tum.de/fml](http://www.mec.ed.tum.de/fml)







# **3D-Druck von Schuhen**

## **Wie nachhaltig sind Produkt und Prozess?**

Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag



Prof. Dr.-Ing.

## Michael Freitag

- Professur für Planung und Steuerung produktionstechnischer und logistischer Systeme, Fachbereich Produktionstechnik, Universität Bremen
- Direktor des BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
- Sprecher des Bremen Research Cluster for Dynamics in Logistics

**BIBA**



## 3D-Druck von Schuhen – Wie nachhaltig sind Produkt und Prozess?

Markus Trapp, Markus Kreutz,  
Michael Lütjen, Michael Freitag  
BIBA, Universität Bremen, Deutschland

## Agenda

**BIBA**

Motivation

Stand der Technik

Ein neuer Ansatz zum 3D-Drucken von Schuhen

Nachhaltigkeit von 3D-gedruckten Schuhen

Zusammenfassung und Ausblick

## Motivation



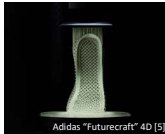
[1]

09.05.2023

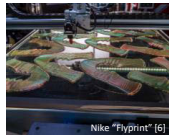
- Die Kleidungs- und Schuhproduktion haben erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt
  - 2018: 3,99 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub>e = 8% der globalen Treibhausgasemissionen [2]
- Schuhe können aus bis zu 65 Einzelkomponenten bestehen [3]:
  - Bis zu 40 unterschiedliche Primärmaterialien
  - Mangelnde Recyclingfähigkeit, hauptsächlich thermische Verwertung [4]
- Additive Fertigung kann eine Möglichkeit für eine nachhaltigere Produktion sein

3

## Stand der Technik



Adidas "Futurecraft" 4D [5]



Nike "Flyprint" [6]



HILOS "Grace" [7]

09.05.2023

- Große Unternehmen wie Adidas oder Nike nutzen bereits 3D-Druck.
- In der Regel werden aber nur einzelne Teile 3D-gedruckt.
- Trotz 3D-Druck werden deshalb weiterhin zusätzliche Materialien und Kleber benötigt.

4

## Ein neuer Ansatz zum 3D-Druck von Schuhen (1/4)



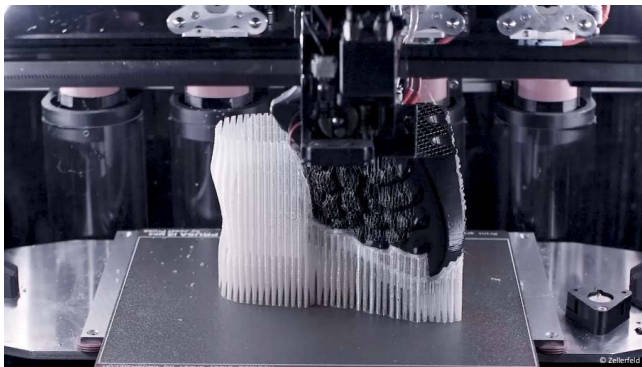
Personalisierung von Standard-Schuhmodellen:

- Designer erstellen Standard-Schuhmodelle,
- Kund\*innen wählen ein Modell und scannen mittels App auf dem Smartphone ihre eigenen Füße,
- Schuhmodelle werden entsprechend in Länge, Breite und Form angepasst.

09.05.2023

5

## Ein neuer Ansatz zum 3D-Druck von Schuhen (2/4)



09.05.2023

6



## Ein neuer Ansatz zum 3D-Druck von Schuhen (3/4)



© BIBA, alle Rechte vorbehalten. Vertriebsrechtlich geschützt. 3D-Druck

09.05.2023

- Zellerfelds HERON01: der erste komplette, mittels „Fused Filament Fabrication“-Verfahren in einem Stück gedruckte Schuh
- Mittlerweile gibt es bei Zellerfeld 19 weitere Modelle, jeweils in verschiedenen Farben.

7

## Ein neuer Ansatz zum 3D-Druck von Schuhen (4/4)



09.05.2023

System zur Qualitätsprüfung:

- 3D-Scan der 3D-gedruckten Schuhe
- Vergleich des 3D-Scans mit dem ursprünglichen CAD-Modell
- Abweichungen (Defekte) werden analysiert und vorab definierten Defektkategorien zugeordnet.
- Druckbefehle (G-Code) werden so angepasst, dass diese Defekte bei zukünftigen Drucken nicht mehr auftreten.

8



## Nachhaltigkeit von 3D-gedruckten Schuhen

© BIBA - An der Technischen Universität Wien, Austria



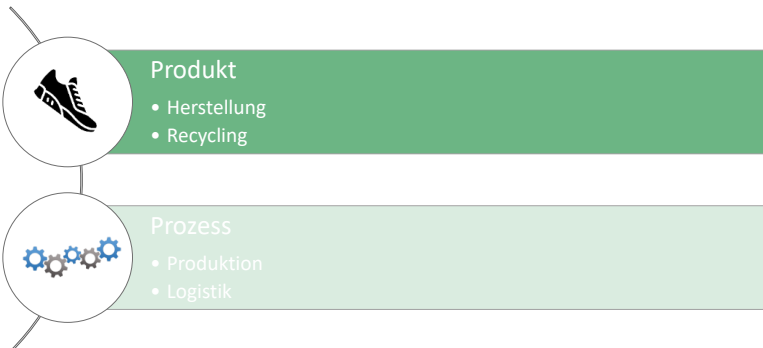
09.05.2023

9



## Nachhaltigkeit von 3D-gedruckten Schuhen

© BIBA - An der Technischen Universität Wien, Austria



09.05.2023

10



## Nachhaltigkeit der Produktherstellung (1/2)

CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen für einen 3D-gedruckten Schuh

Emissionsquelle	Menge pro Schuh	Spezifischer Emissionsfaktor	Resultierende CO <sub>2</sub> e Emissionen
Material: Thermoplastisches Polyurethan (TPU)	0,5 kg	4,1 kg CO <sub>2</sub> e/kg	2,1 kg CO <sub>2</sub> e
Produktion: Energieverbrauch	25 kWh	0,366 kg CO <sub>2</sub> e/kWh	9,15 kg CO <sub>2</sub> e
			11,25 kg CO <sub>2</sub> e

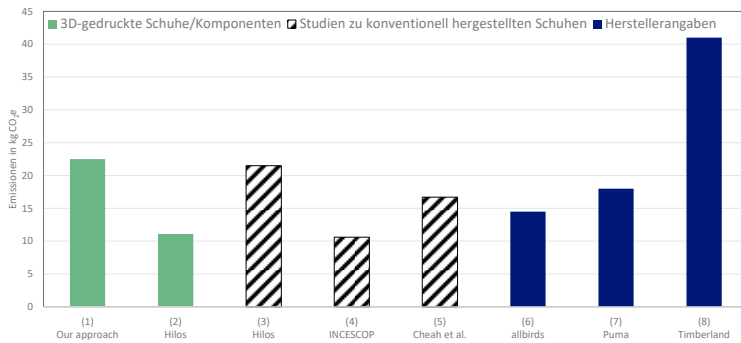
© BIBA - All Rights Reserved. Verwendet unter: CC BY-NC-SA/3.0

09.05.2023

11



## Nachhaltigkeit der Produktherstellung (2/2)

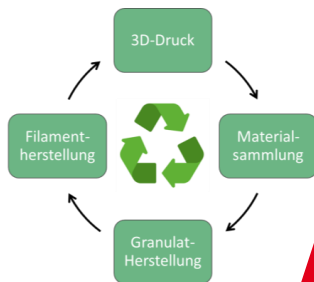


© BIBA - All Rights Reserved. Verwendet unter: CC BY-NC-SA/3.0

09.05.2023

12

## Nachhaltigkeit durch Produkt-Recycling (1/2)

**BIBA**


- Thermoplaste können energiesparend vollständig recycelt werden [10].
- Es gibt bereits kommerzielle Filamente, die aus bis zu 95 % recyceltem Material bestehen.
- Analysen zeigen, dass durch die Verwendung von recyceltem Filament Emissionseinsparungen von 35 % möglich sind [11].

09.05.2023

13

## Nachhaltigkeit durch Produkt-Recycling (2/2)

**BIBA**


[12]

Durch die Verwendung von nur einer Art Kunststoff kann ein Kreislauf aufgebaut werden:

- Getragene Schuhe werden zurückgeschickt, zerkleinert und zu neuem Filament geschmolzen.
- Das recycelte Material (und ggf. Primärmaterial) wird zum 3D-Druck von neuen Schuhen verwendet.
- Kund\*innen erhalten eine Gutschrift auf den nächsten Kauf und somit einen Anreiz, Schuhe zurückzusenden.
- Die Wiederverwendbarkeit von Kunststoffen ist allerdings auch begrenzt [13]:
  - Verschmutzungsgrad
  - Verändertes Druckverhalten
  - Veränderte Materialeigenschaften

09.05.2023

14

## Nachhaltigkeit von 3D-gedruckten Schuhen



09.05.2023

15

## Nachhaltigkeit durch Prozessänderungen (1/2)



- Bis zu 40 unterschiedliche Materialien, bis zu 65 Teile pro Schuh
- Bis zu 40 unterschiedliche Materialtransporte
- Globale Lieferkette
- Make to Stock: Es werden mehr Schuhe hergestellt, als verkauft werden.



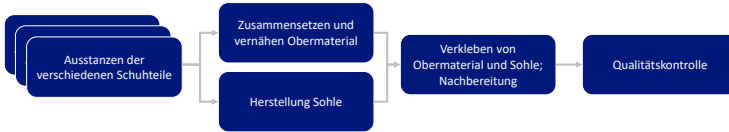
- Nur ein Material, Nutzung von recyceltem Material
- Nur ein Materialtransport
- Durch dezentrale Produktion lokale Lieferketten möglich
- Make to Order: Es werden nur kundenindividuelle Schuhe nach Auftrag hergestellt.

09.05.2023

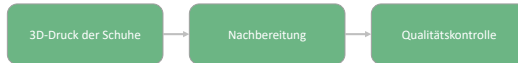
16



## Nachhaltigkeit durch Prozessänderungen (2/2)



- Benötigte Hilfsmittel und Werkzeuge: Stanzformen, Nähmaschinen, Kleber, Öfen, Leisten, Schleifmaschinen
- Für das Ausstanzen von Schuhteilen wird sehr viel mehr Material benötigt, als schlussendlich im Schuh verwendet wird.



- Benötigte Hilfsmittel und Werkzeuge: 3D-Drucker, wasserlösliches Material als Trennschicht
- Kaum Materialverlust während der Produktion

09.05.2023

17

© BIBA - An der Technischen Universität Wien, Wirtschaftsuniversität Wien

## Weitere Aspekte von 3D-gedruckten Schuhen



### Wirtschaftliche Aspekte

- Dezentralisierte Produktionsstätten  
→ weniger Transporte und logistische Kosten
- Komplexitätsreduzierte Produktion  
→ geringere Investmentkosten
- Reduzierter Personalbedarf  
→ geringere Personalkosten



### Soziale Aspekte

- Weniger Arbeitsschritte und geringere Arbeitsbelastung während der Produktion
- Weniger potenziell toxische Substanzen
- Weniger Transporte führen zu geringeren Belastungen durch Lärm und Verkehrsunfällen

09.05.2023

18

© BIBA - An der Technischen Universität Wien, Wirtschaftsuniversität Wien

## Zusammenfassung und Ausblick



- Additive Fertigung kann ein Verfahren einer nachhaltigeren Schuhproduktion sein.
- Vorteile können auf Produkt- und Prozessebene erzielt werden.
- Weiterhin Bedarf in der Optimierungen der Produktionsprozesse mit Blick auf Recyclingmaterial, Druckzeiten, Logistiksysteme.

09.05.2023

19

**BIBA**



### 3D-Druck von Schuhen – Wie nachhaltig sind Produkt und Prozess?

Markus Trapp, Markus Kreutz,  
Michael Lütjen, [Michael Freitag](#)  
BIBA, Universität Bremen, Deutschland



## Quellen

- [1] Xiaomi Mijia Fishbone Sneaker 3 Testbericht. Verfügbar unter: <https://www.nerdsheaven.de/xiaomi-mijia-fishbone-sneaker-ab-adidas-ultraboost-klon>
- [2] Quantis (2018): Measuring Fashion. Environmental Impact of the Global Apparel and Footwear Industries Study. Verfügbar unter: [https://quantis.com/wp-content/uploads/2018/03/measuringfashion\\_globalimpactstudy\\_full-report\\_quantis\\_cwf\\_2018a.pdf](https://quantis.com/wp-content/uploads/2018/03/measuringfashion_globalimpactstudy_full-report_quantis_cwf_2018a.pdf)
- [3] Cheah et. al (2013): Manufacturing-focused emissions reductions in footwear production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.037>
- [4] Deutschlandfunk Nova (2021): Mit alten Sneakern lässt sich nicht viel anfangen. Verfügbar unter: <https://www.deutschlandfunknova.de/beitrag/alte-sneaker-recycling-ist-nicht-drin>
- [5] Carbon Lattice Innovation – The Adidas Story. Verfügbar unter: <https://www.carbon3d.com/resources/whitepaper/the-adidas-story>
- [6] Koslow, T. (2018). Nike Flyprint: Lightweight, Flexible and 3D Printed Shoes Designed for Runners. Verfügbar unter: <https://all3dp.com/nike-flyprint-lightweight-flexible-3d-printed-sneakers-built-runners>
- [7] Hilos, Sustainability. Verfügbar unter: <https://hilos.co/pages/sustainability>
- [8] Zellerfeld Shoe Company Inc., Screenshots der iOS App. Verfügbar unter: <https://apps.apple.com/us/app/zellerscan/id1554052968>
- [9] Zellerfeld Shoe Company Inc., Bildschirmaufnahme der Zellerfeld-Homepage. Verfügbar unter: <https://www.zellerfeld.com/> (Stand: 28.03.2022)
- [10] Kunststoffrohrverband, Recycling von Thermoplasten: <https://www.krv.de/wissen/recycling-von-thermoplasten>
- [11] Kimya Releases Life Cycle Analysis Results for 3D filaments: <https://www.additivemanufacturing.media/news/kimya-releases-life-cycle-analysis-results-for-3d-filaments>
- [12] Zellerfeld Shoe Company Inc., Bildschirmaufnahme der Zellerfeld-Homepage. Verfügbar unter: <https://www.zellerfeld.com/> (Stand: 12.04.2023)
- [13] Zhu et. al (2021): Realization of Circular Economy of 3D Printed Plastics - A Review. <https://doi.org/10.3390/polym13050744>

09.05.2023

21







# **Perspektiven und Lösungsansätze für eine nachhaltige Produktionslogistik**

Luisa Marie Strehl

M. Sc.

## Luisa Marie Strehl

- Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund

Luisa Marie Strehl  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

## Perspektiven und Lösungsansätze für eine nachhaltige Produktionslogistik

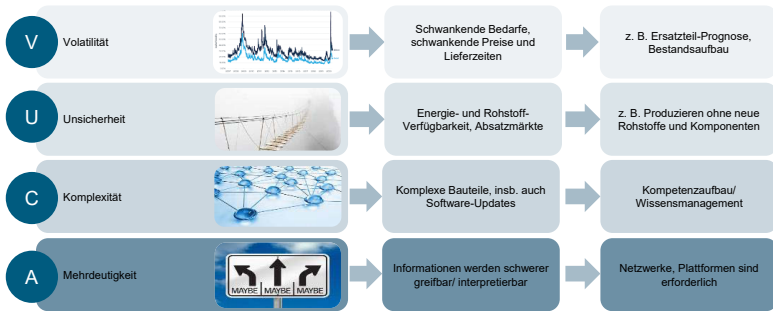
### Die Welt verändert sich... ... und wir müssen handeln



Seite 2    20.04.2023    © Fraunhofer IML    Bildquellen: Kunstzang - stock.adobe.com; Salphoto - stock.adobe.com; tenres@id - stock.adobe.com; Negro Ekha - stock.adobe.com; ImagePost - stock.adobe.com; N. Theiss - stock.adobe.com; Cozine - stock.adobe.com; Kitteel - stock.adobe.com

**VUCA**

In allen Bereichen von Logistik und Supply Chain Management

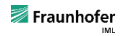


Seite 3 26.04.2023 © Fraunhofer IML Bildquellen: cmegroup.com; engineering-@sourcing.de; Cloudcomputing-Insider; Medium.com



Seite 4 26.04.2023 © Fraunhofer IML

Confidential



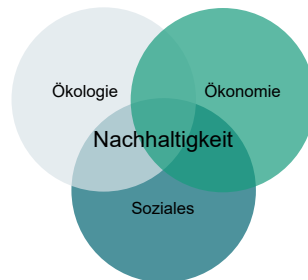
## Nachhaltigkeit

### Ein multiperspektivischer Ansatz

Nachhaltigkeit kann nur durch das gleichzeitige und gleichberechtigte Umsetzen von umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen erreicht werden.

Die thematische Breite, die Vielfalt der positiven Auswirkungen und die direkten Benefits können aktuell noch nicht gänzlich erfasst werden.

Nachhaltigkeit ist viel mehr als sozialer oder gesellschaftlicher Druck, es ist eine Strategie, die im Kern zu mehr Effektivität und Effizienz, Produktivität und Qualität führt.



## Nachhaltigkeit

### ... und die SDGs

In unseren FuE-Projekten fokussieren wir uns insbesondere auf diese Schwerpunkte:

- 08 – Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- 09 – Industrie, Innovation und Infrastruktur
- 11 – Nachhaltige Städte und Gemeinden
- 12 – Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster
- 13 – Maßnahmen zum Klimaschutz



## Nachhaltigkeit in Logistik und Produktion

### ... durch digitale Technologien

Digitale Technologien bieten die Chance, Produkte und Prozesse **effizienter, ressourcenschonender und sozialer** zu gestalten. Digitale Plattformen können genutzt werden, um Sektoren zu koppeln und branchen- und sektorübergreifend Synergieeffekte zu heben. Digitale Lösungen bieten die Chance, bestehende Liefer- und Recyclingketten zu zirkulären Wertschöpfungsketten zu vernetzen.

### ... von digitalen Technologien

Digitale Technologien verbrauchen während ihrer Produktion und ihres Betriebs Ressourcen wie seltene Erden oder Energie und verursachen selbst (Treibhausgas-)Emissionen. Die nachhaltige Entwicklung, das nachhaltige Design und die nachhaltige Nutzung von digitalen Technologien sind Gegenstand unserer Forschung.

### ... mit digitalen Technologien

Unternehmen benötigen für eine nachhaltige Logistik Informationen über die Nachhaltigkeitskriterien ihrer Produkte bzw. Dienstleistungen. Digitale Technologien können genutzt werden, um Nachhaltigkeit objektivierbar und vergleichbar zu machen.

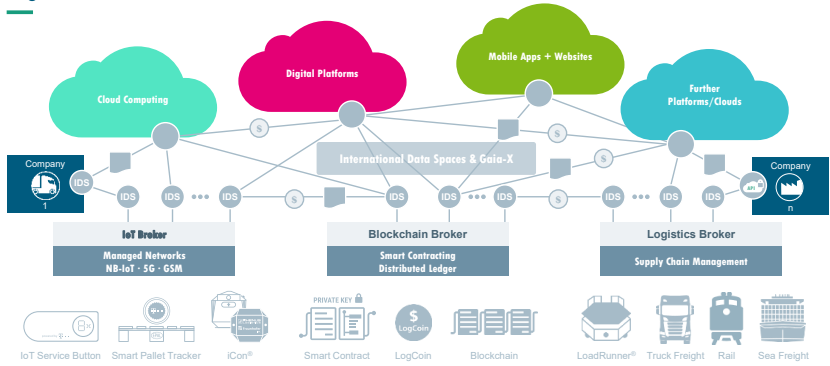


**Es gibt konkrete Lösungsansätze mit denen wir der Zukunft begegnen können!**

## Silicon Economy

Logistische Plattform der Zukunft

Nachhaltigkeit wird im Sinne eines soziotechnischen und techniko-optimistischen Ansatzes implizit adressiert.

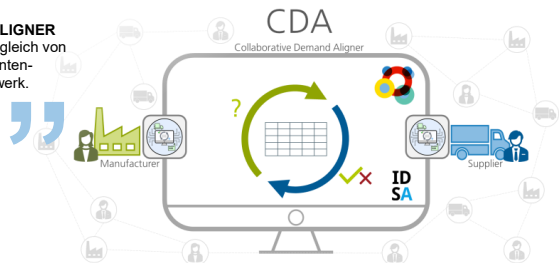


## Silicon Economy: Collaborative Demand Aligner (CDA)

Zusammenarbeit zwischen Produzenten und Lieferanten



Der **COLLABORATIVE DEMAND ALIGNER** ist die Open-Source-Lösung zum Abgleich von Lieferantenkapazitäten und Produzenten-nachfrage in Ihrem Lieferkettennetzwerk. Transparent, fair und einfach.





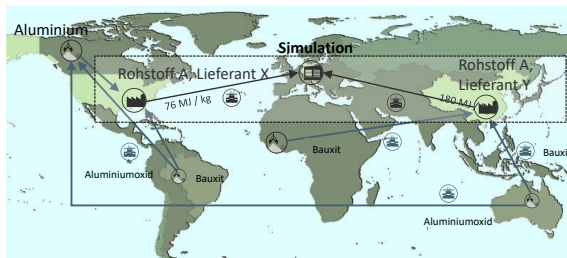
## Silicon Economy: Collaborative Demand Aligner (CDA) Zusammenarbeit zwischen Produzenten und Lieferanten

### Die Idee

- Die Abstimmung zwischen Produzent und Lieferant findet aktuell durch mehrere Telefonate täglich statt
- Dabei entsteht ein großer Abstimmungsaufwand welcher trotzdem schlechte Termintreue und Lieferengpässe bis hin zu Lieferabbrissen mit sich bringt
- Dagegen entwickeln wir ein Tool welches bereits in der Produktionsplanung die Kapazitäten der Zulieferer berücksichtigt um die Termintreue zu verbessern und den Abstimmungsaufwand zu minimieren



## Energieeffizienz bei der Lieferantenauswahl Das Rohstoffmodell



Das Rohstoffmodell ermöglicht eine erste energetische Abschätzung beim Vergleich und bei der Auswahl von Bauteilen bzw. Lieferanten in unterschiedlichen Ländern auf Basis der Rohstoffkomposition.

Die Fertigung beim Lieferanten und die Logistik ab Lieferanten zum Empfänger werden im Rahmen der Simulation ergänzt.

## Energieeffiziente Allokationsoptimierung

### Nutzung eines linearen Optimierungsmodells

#### Ausgangssituation:

Produkte werden von Lagerstandorten zu Kunden in ganz Deutschland transportiert  
→ Niedrige Energieeffizienz durch lange Transportwege

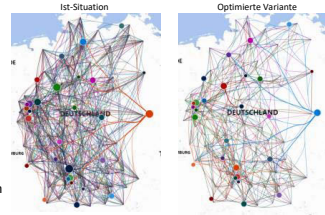
#### Ziel:

Optimierte Allokation der Produkte an den Lagerstandorten zur Reduktion der Transportwege

→ Bewertung nach monetären und energetischen Zielgrößen

#### Umsetzung:

- Lineares Optimierungsmodell mit multikritiereller Zielfunktion implementiert in Python
- Gewichtungsfaktor für Energieeffizienz und Kosten individuell einstellbar
- Ergebnis ist eine Zuordnung von Produkten zu Standorten sowie die aggregierte Flussmenge pro Produkt-Quelle-Senke-Relation je Transportmittel



Seite 13 20.04.2023 © Fraunhofer IML

Fraunhofer  
IML

## Der digitale Produktpass

### Was ist ein digitaler Produktpass?

„Der digitale Produktpass ist ein digitales Dokument, in dem alle produktspezifischen Informationen von der Rohstoffgewinnung bis zum Recycling zentral gespeichert und relevanten Nutzergruppen für den Zugriff bereitgestellt werden.“

#### Inhalte:

- Rohstoffherkunft
- Herstellungsart
- Fertigungsinformationen
- Transporte (CO<sup>2</sup>-Fußabdruck)
- Materialzusammensetzung
- Div. Anleitungen (Montage, Demontage, Wartung, ...)
- Zertifikate
- Serviceheft (Wartung und Reparaturen)
- Optional: Nutzungsdaten
- ...

Der digitale Produktpass dient der Schaffung von Transparenz!  
Jedes Produkt besitzt einen eigenen (individuellen) Produktpass.



Slide 14 20.04.2023 © Fraunhofer IML

Fraunhofer  
IML

## Umsetzung eines digitalen Produktpasses mit Hilfe der BC-Technologie

Studie zur Analyse der Potenziale und Herausforderungen



## Fraunhofer CCPE – Exzellenzcluster für Kunststoffkreisläufe

Logistik für zirkuläre Stoffströme

### Ausgangssituation

Gegenwärtig werden weltweit mehr Ressourcen verbraucht, als die vorhandenen Ökosysteme liefern können.

### Ziel

Fraunhofer CCPE als Kompetenznetzwerk für die zirkuläre Kunststoffwirtschaft. Beitrag zum Erreichen des »Sustainable Development Goals« (SDGs) der Vereinten Nationen verpflichtet. Im Fokus steht das Ziel Nummer 12: »Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion«

### Partner

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Leitung),  
 Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP,  
 Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT,  
 Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML,  
 Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV und  
 Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF.



## Weitere Projekte und Initiativen

Im Kontext der Nachhaltigkeit

CCPE	• Transformation in eine zirkuläre Kunststoffwirtschaft
GILA	• Ressourceneffiziente Logistikzentren und Transport
ResmaP	• Ressourceneffizienz durch smarte Pumpen
InnoLogBat	• Nachhaltigere Batterien in der E-Mobilität
Circular Foam	• Zirkuläre Ökosysteme für Altschaumstoffe
Blockchain Europe	• Digitalisierung in Wissenschaft und Praxis
Silicon Economy	• Logistische Plattform der Zukunft





Fraunhofer-Institut für Materialfluss  
und Logistik IML

Luisa Marie Strehl  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

---

# Perspektiven und Lösungsansätze für eine nachhaltige Produktionslogistik







# **Ethik und Logistik. Zwischen wirtschaftlichen Sachlogiken, technologischen Innovationen und gesellschaftlicher Verantwortung**

Thomas Gremsl



Univ.-Prof. Mag. phil. Dr. theol.

**Thomas Gremsl**

- Institutsleiter des Instituts für Ethik und Gesellschaftslehre an der Universität Graz

## 1. Einleitung

Wie könnte man die Zeit, in der wir alle leben, insbesondere jene Zeit, die sich seit den 2010er-Jahren so markant auf verschiedenste Arten manifestiert, am treffendsten beschreiben? Sind es Krisenzeiten? Sind es Zeiten des Umbruchs und der Unsicherheiten? Oder sind es Zeiten des technologischen Fortschritts, der Bewältigung (von Krisen) und des Meisterns vieler oder gar aller auferlegter Herausforderungen? Vermutlich wird es nicht gelingen, eine klare Antwort und damit eine passgenaue Deskription für die aufgestellte Frage zu finden. Womöglich ist das Ganze einfach zu komplex, zu vielschichtig, zu sehr verzahnt und miteinander verbunden, als dass es gelingen könnte, die artikulierte Frage kurz und bündig zu beantworten.

Wenngleich es nicht möglich ist, die Zeit, in der wir alle leben, in wenigen Worten treffend zu beschreiben, so ist aber möglich, zumindest aus diesem Zeitgeist entspringende Aspekte zu beleuchten. Was wir ausmachen können, sind beispielsweise Haltungen, die von der Zeit, in der wir leben, beeinflusst und immer stärker sichtbar zu werden scheinen. Und grundsätzlich können viele verschiedene solche Haltungen ausgemacht werden. Mit Blick auf eine zunehmende Digitalisierung nahezu all unserer Lebensbereiche und hier fokussiert auf Europa und andere industriell-entwickelte Staaten<sup>1</sup>, tritt m. E. eine Haltung im Kontext des technologischen Fortschritts ganz besonders in den Vordergrund: *Das, was nicht machbar ist, wird machbar gemacht, und alles, was machbar ist, soll auch umgesetzt werden.* Daraus folgt ein scheinbar besonders zentrales Credo unserer Innovationsgesellschaften: *Fortschritt und Wachstum, um jeden Preis.*

Die Menschen in unserer Zeit scheinen durch einen sukzessive voranschreitenden Fortschritt<sup>2</sup>, zunehmend geprägt von einem Verständnis von und über die Welt zu sein, in welcher der Wille und die Wünsche des Einzelnen in umfassender Weise befriedigt werden müssen – und zwar 24/7. Wir sind es gewohnt, dass nahezu alles, was wir uns an materiellen Gütern wünschen, auch unmittelbar verfügbar ist. Egal ob im lokalen Supermarkt, im Fachhandel oder im Onlineshop. Spätestens in ein, zwei Tagen hat man die Objekte seiner/ihrer Begierde zuhause. Und der Kreislauf von Wunsch und Erfüllung beginnt erneut, das Verlangen wird erneut

---

<sup>1</sup> Diese Fokussierung ist notwendig, da solche Tendenzen immer auch beeinflusst werden von ganz konkreten Umständen, wie etwa sozio-kulturellen Aspekten, historischen Entwicklungen oder ökonomischen Perspektiven.

<sup>2</sup> Hier ist insbesondere der wirtschaftliche und technologische Fortschritt gemeint.

befriedigt. Durch die Effizienzsteigerungen dieses Kreislaufs – bspw. mehr wird schneller verfügbar – werden wir Menschen auch immer stärker zu einem solchen Handeln konditioniert.

Besonders ältere Generationen wissen noch um den oftmals langwierigen Prozess, den eine Bestellung in Anspruch genommen hat. Früher musste man in Bestellprozessen durchaus einiges an Geduld aufbringen, man musste auf Kataloge warten, hatte Liefergebühren zu bezahlen und auch Versand und Lieferung nahmen oft einiges an Zeit in Anspruch. So liegt es m. E. nahe, dass man womöglich auch etwas mehr Zeit investiert hat, mehr Zeit in jene Entscheidungsprozesse, die zum konkreten Handeln, also zum Bestellen oder zum Unterlassen der Bestellung geführt haben. Und heute? Aufgrund umfassender Automatisierung und Digitalisierung – nicht zu Letzt im Bereich der Logistik – ist man dazu in der Lage, die Bedürfnisse der Konsument:innen noch besser zu befriedigen. Durch die enormen (technologischen) Fortschritte, Prozessoptimierungen und sonstigen Effizienzsteigerungen in der Logistikwirtschaft, können die Wünsche vieler Individuen<sup>3</sup> nahezu unmittelbar erfüllt werden. Großen Onlinewarenhäusern<sup>4</sup> wird es etwa durch die Errungenschaften der Logistikindustrie ermöglicht, Produkte einen Tag nach der Bestellung oder gar noch am selben Tag (*same-day-delivery*) auszuliefern. Und ob dieser enormen logistischen Leistung werden den Kund:innen oftmals gar keine Versandkosten in Rechnung gestellt. Die Einfachheit des Bestellvorgangs kombiniert mit der grundsätzlichen Gewissheit einer nahezu unmittelbaren Lieferung in die eigenen vier Wände, die dann auch noch gratis zu sein scheint, verstärkt die Selbstverständlichkeiten und Routinen, wie sicherlich nachvollziehbar, gepaart etwa mit dem Versprechen einer 30-tägigen (kostenlosen) Rücksendungsmöglichkeit<sup>5</sup>, unserer ohnehin bereits extrem anmutenden Konsumgesellschaft. Das hier kurz Skizzierte scheint besonders prägend für unsere Zeit zu sein.

Keineswegs gilt es aber, die dieses Verhalten erst ermöglichenden bzw. fördernden Innovationsprozesse, Technologien oder Wirtschaftsbereiche zu verteufeln. So wird es beispielsweise erst durch die technologischen Errungenschaften

---

<sup>3</sup> Dies trifft zumindest auf Personen zu, die in hochentwickelten Industrieländern leben, bzw. in Ländern, die sich in diese Richtung entwickeln. Zweifelsfrei sind eine große Anzahl von Menschen – vermutlich die Mehrheit der Weltbevölkerung – von den hier skizzierten Möglichkeiten ausgeschlossen.

<sup>4</sup> Aufgrund der enormen Bandbreite an Beispielen musste hier eine Auswahl getroffen werden. Da solche Warenhäuser einen besonders großen gesellschaftlichen Impact aufweisen, wurde diese Perspektive gewählt.

<sup>5</sup> Man denke hier beispielsweise an das Onlinewarenhaus Zalando.

in der Logistikbranche ermöglicht, dass Apotheken in Österreich mehrmals täglich – aber auch hier sollte man sich die Frage nach dem richtigen Maß stellen<sup>6</sup> – beliefert werden können.<sup>7</sup> Der menschliche Erfindergeist hat in der Vergangenheit Erstaunliches und Großartiges geleistet – tut es heute noch – und hat dadurch auch zu vielen Selbstverständlichkeiten geführt. Es ist heute eben selbstverständlich, dass Apotheken mehrmals täglich beliefert werden, dass das Amazon-Paket am nächsten Tag vor der Wohnungstür liegt und dass Supermärkte jeden Tag frische Ware aus nah und fern in den Regalen zum Verkauf anbieten. All das scheint für die meisten Bürger:innen selbstverständlich zu sein. In der Regel hinterfragt man nicht, wie diese Befriedigungen der verschiedenen Bedürfnisse überhaupt erst so effizient ermöglicht werden, sondern kritisiert, wenn diese Selbstverständlichkeiten plötzlich nur eingeschränkt oder gar nicht verfügbar sind. Erst dann scheinen sich viele erst langsam dessen bewusst zu werden, was sonst so reibungslos funktioniert und oft gar nicht wahrgenommen wird. Die meisten Menschen merken vermutlich erst dann, wie effizient die Abläufe und Prozesse in der Logistikwirtschaft heute schon sind, wenn sie eben plötzlich gestört werden oder nicht mehr funktionieren.

Aber gerade dieses effiziente Funktionieren logistischer Abläufe und Prozesse führt zu besonderen Herausforderungen, die es in den Blick zu nehmen gilt. Denn neben den gewünschten Folgen dieser Optimierungen können stets auch nicht intendierte Folgen auftreten, die es zu beleuchten gilt. Besonders sozialen Aspekten und Dimensionen der Nachhaltigkeit sollte man in diesem Zusammenhang entsprechend Beachtung schenken. Und diese sollten nicht nur betrachtet werden, sondern sie sollten auch dazu dienen, Veränderungsprozesse zu fördern, die eine Verbesserung – und hier ist keine Verbesserung der wirtschaftlichen Situation, sondern der Bedingungen der betroffenen Menschen und der Umwelt gemeint – zur Folge haben. Sogar gilt es gerade angesichts der Herausforderungen und Krisen unserer Zeit, das nur allzu leicht verengte Sichtfeld der Sachlogiken einzelner Bereiche unserer Gesellschaften zu weiten und neue Perspektiven zu eröffnen auf Kategorien, die zumeist nur wenig oder gar nicht berücksichtigt werden. Eine solche Aufgabe kommt insbesondere der Ethik zu.

---

<sup>6</sup> Ist es medizinisch nötig, dass fast alle Medikamente mehrmals täglich nachbestellt und geliefert werden können? Würde es Sinn machen, nur gewissen Medikamente on-demand zur Verfügung zu stellen? Sollten Apotheken für besonders gängige Medikamente größere Lager besitzen? Diese und noch weitere Fragen könnten vor diesem Hintergrund diskutiert werden.

<sup>7</sup> Vgl. bspw. Verband der österreichischen Arzneimittelgroßhändler PHAGO, Pressegespräch: Versorgungssicherheit von Medikamenten.

## 2. Zur Relevanz der Ethik

Gerade in den letzten Jahren konnte man im gesellschaftlichen Sprachgebrauch eine Konjunktur des Ethik-Begriffs vernehmen. Politiker:innen, andere gesellschaftliche Verantwortungsträger:innen, die Medien aber auch die Bürger:innen bringen diesen Begriff in verschiedene Diskurse mit ein. Besonders sichtbar wird dies im Kontext der großen Herausforderungen unserer Zeit: der Klimakatastrophe und der digitalen Transformation. Ethik wird dabei von Vielen angefragt und die Berücksichtigung ihrer Beiträge auch eingefordert. Doch, was ist Ethik eigentlich? Womit beschäftigt sie sich, was ist ihr Gegenstand und welche Beiträge kann und soll sie leisten?

Oft synonym mit dem Begriff *Moral* verwendet und recht unklar im gesellschaftlichen Sprachgebrauch eingesetzt,<sup>8</sup> lohnt es sich aus systematischer (und interdisziplinärer) Betrachtungsweise eine Differenzierung zwischen den Begriffen Ethik und Moral vorzunehmen. In dieser Differenzierung nimmt Moral, verstanden als mit Anspruch an unbedingte Gültigkeit ausgestattetes Normsystem,<sup>9</sup> welches bedingt und beeinflusst wird durch verschiedene Aspekte und Kontexte wie etwa sozio-kulturelle, religiöse, historische oder andere, die Rolle des Gegenstands ein. Ethik hingegen stellt die akademische Auseinandersetzung mit diesem Gegenstand dar und kann als Wissenschaft von der Moral beschrieben werden.<sup>10</sup> Als akademische Disziplin lässt sich Ethik weiter untergliedern. So kann man etwa zwischen einer Individual- oder einer Sozialethik unterscheiden. Weiters lassen sich auch eine Vielzahl unterschiedlicher Bereichsethiken ausmachen (z.B. Wirtschaftsethik, Friedsethik, Technikethik, Sportethik). Im Folgenden wird aufgrund des Themenfeldes dieses Aufsatzes eine sozialetische Betrachtungsweise eingenommen. Wirtschaft ist ein zentraler Gegenstand sozialetischer Reflexionen. Sozialethik fragt nämlich nach den Kriterien für die Gestaltung sozialer Institutionen und Strukturen, sie fragt, „ob die real existierenden gesellschaftlichen Systeme, Verhältnisse und Einrichtungen als Voraussetzungen für ein gutes Leben aller Einzelnen den Kriterien der Gerechtigkeit und des Gemeinwohls entsprechen.“<sup>11</sup> Hierbei liefert sie wichtige Orientierungspunkte und Impulse für eine gerechtere, eine

<sup>8</sup> Vgl. bspw. Schockenhoff, Grundlegung der Ethik, S. 21–24.

<sup>9</sup> Vgl. Hübner, Einführung in die philosophische Ethik, 13.

<sup>10</sup> Vgl. Höffe, Ethik, S. 10 f.

<sup>11</sup> Remele, Gerechtigkeit lehren, gerecht leben, S. 194.

humanere Gestaltung jener für das Individuum unverfügbaren Umwelten, in denen Menschen zu Subjekten werden.<sup>12</sup>

Gerade was das Verhältnis von Mensch und Technik oder die Zukunft des Menschen insgesamt angeht, wird Ethik von ihrer Orientierungsfunktion her angefragt.<sup>13</sup> Es geht hierbei um Orientierung innerhalb dieser Transformationsprozessen, die sich besonders am Wohle der Menschen ausrichten mögen. Ethik bringt dabei wichtige Perspektiven in Diskurse und Transformationsprozesse, die womöglich andernfalls vernachlässigt oder gar nicht beachtet werden würden. Für den Grazer Sozialethiker Leopold Neuhold stellt etwa die *Dimension des Ganzen* eine solche Perspektive dar. Er schreibt hierzu:

Ethisches Denken besteht [...] im *Offenhalten* der Dimension des Ganzen. Es ist wichtig, die Sachlogiken der einzelnen Bereiche ernst zu nehmen. Die Entwicklung der Wirtschaft oder der Technik konnte etwa erst in der ganzen Dynamik angestoßen werden, als ihre Sachlogiken zum Tragen kamen, die Eigengesetzlichkeiten [...] berücksichtigt wurden und werden.<sup>14</sup>

Damit unterstreicht Neuhold die Bedeutung der jeweiligen Sachebenen und einzelnen gesellschaftlichen Teilbereiche. Gleichzeitig gehe es aber darum, diese Logiken zu überwinden und das Sichtfeld zu weiten:

Es muss nämlich immer der Bezug hergestellt werden auf das Ganze gelungenen Lebens. Die einzelnen Bereiche müssen weiters auch immer in diese Relation eingerückt werden, damit die Grundvoraussetzungen für das Funktionieren der einzelnen Bereiche, die nicht nur in den jeweiligen Sachbereich verlagert, sondern auch etwa in den übergreifenden Werten grundgelegt sind, gepflegt werden.<sup>15</sup>

Die einzelnen Bereiche stehen also immer in einer gewissen Beziehung zueinander und werden von Werten beeinflusst, die teilweise außerhalb der einzelnen Sachbereiche liegen. Es ist daher angesichts der mannigfaltigen Herausforderungen, vor denen Gesellschaften und mit Klimakatastrophe und digitaler Transformation auch die Menschheit insgesamt stehen, notwendig, dass sich die verschiedenen Sachbereiche miteinander austauschen und gemeinsam nach guten Lösungen suchen. In der akademischen Auseinandersetzung bedeutet dies einen starken Imperativ in Richtung interdisziplinärer Arbeit auf Augenhöhe.

<sup>12</sup> Vgl. Filipović, Die Datafizierung der Welt.

<sup>13</sup> Vgl. Grunwald, Digitalisierung als Prozess, S. 122.

<sup>14</sup> Neuhold, Ethik und Gesellschaftslehre in der Herausforderung durch den Wandel der Gesellschaft, S. 282.

<sup>15</sup> Ebd.

Im Folgenden sollen zwei zentrale Themenfelder diskutiert werden, die es aus (sozial-)ethischer Perspektive gerade auch im Zusammenhang mit dem großen Bereich der Logistik zu reflektieren gilt: *Arbeitnehmer:innen* und *Nachhaltigkeit*.

### 2.1. **Der Mensch im Mittelpunkt – Arbeitnehmer:innen:**

Die Würde menschlicher Arbeit<sup>16</sup> ist für die Sozialethik eine wesentliche Voraussetzung und Bezugspunkt für die sukzessive Humanisierung der Arbeitswelt.<sup>17</sup> Einen zentralen Orientierungspunkt in diesem Zusammenhang stellt die Personenbezogenheit der jeweiligen Arbeitsleistung dar. Aus Sicht der Christlichen Sozialethik ist der Mensch „Träger, Schöpfer und Ziel aller gesellschaftlichen Einrichtungen“ (MM 219), er ist mit Vernunft und sittlicher Entscheidungsfreiheit ausgestattet; was bedeutet, dass Arbeit als Leistung der Person immer mehr ist, als bloße Kraftanwendung zur Bewältigung des Lebens.<sup>18</sup> Papst Johannes Paul II. bringt dies in seiner Sozialenzyklika *Laborem exercens* sehr treffend auf den Punkt:

So wahr es auch ist, daß der Mensch zur Arbeit bestimmt und berufen ist, so ist doch in erster Linie die Arbeit für den Menschen da und nicht der Mensch für die Arbeit. [...] der *Maßstab* für jede dieser Arbeiten in erster Linie *die Würde* ihres Subjekts ist, also der Person, *des Menschen, der sie verrichtet*. [...] *Zweck der Arbeit*, jeder vom Menschen verrichteten Arbeit - gelte sie auch in der allgemeinen Wertschätzung als die niedrigste Dienstleistung, als völlig monotone, ja als geächtete Arbeit -, bleibt letztlich immer *der Mensch selbst*. (LE 6)

Selbstbestimmte Arbeit stellt damit für uns einen besonders zentralen Faktor für die menschliche Selbsterhaltung und Selbstverwirklichung dar, indem sie *individualitas* und *socialitas* der Person zur Entfaltung bringt bzw. bringen soll. Sicherlich werden sich Selbsterhaltung und Selbstverwirklichung in der Realität meist nicht die Waage halten, weil Menschen Individuen sind, mit unterschiedlichen Lebenskontexten, Biografien und Vorstellungen; dennoch ist Arbeit für uns alle zentral. Grundsätzlich gilt Selbsterhaltung als Voraussetzung für Selbstentfaltung, letztlich hängt es aber von den Betroffenen ab, welche Elemente im Vordergrund stehen.

Vor diesem Hintergrund gilt es, die aktuellen Debatten um Industrie 4.0. als Chance für eine Humanisierung der Arbeit zu verstehen und damit aktiv in diesem Sinne zu gestalten.<sup>19</sup> Gegenstand der Debatten sind etwa Fragen im Zusammenhang mit Arbeitsmarkt und Beschäftigung, der Mensch-Maschine-Interaktion, des Wandels

<sup>16</sup> Vgl. Nothelle-Wildfeuer, *Wirtschaftsethik*, S. 185–187.

<sup>17</sup> Vgl. hierzu bspw. Gremsl, *Ethik 4.0?*, S. 21 f.

<sup>18</sup> Vgl. Arbeit, Nawroth, Edgar, S. 83 f.

<sup>19</sup> Vgl. hierzu bspw. Jähnichen/Wiemeyer, *Wirtschaftsethik 4.0*, S. 81–111.

der Anforderungen an Tätigkeiten und Qualifikationen oder der Organisation und Verlagerung von Arbeit. Diese vielschichten Aspekte können im Rahmen dieses Aufsatzes nicht vertiefend beleuchtet werden, zeigen aber die Notwendigkeit einer umfassenden menschenwürdigen Gestaltung dieses Wandels der Arbeit und der Arbeitswelt auf. Es geht hier besonders um die Veränderung der Rolle des Menschen. Harte körperliche Arbeit verschwindet angesichts dieser Entwicklungen – mit einigen Ausnahmen wie etwa im Pflegebereich oder der Baubranche – zusehends und die Tätigkeiten des Menschen verschieben sich in Richtung Arbeiten, die verstärkt wissensbasiert sind. Damit stellen sich unweigerlich weitere Fragen, wie etwa, ob es (1) überhaupt genug solche verstärkt wissensbasierte Arbeitsplätze geben wird können und (2), was bspw. mit den Menschen passiert, die eine solche Arbeit nicht ausüben wollen, weil sie handwerklich-praktisch veranlagt sind oder auch schlichtweg nicht in der Lage sind, diese Arbeiten zu verrichten. Und gerade angesichts dessen bleibt vielleicht mehr denn je zu fragen: *Wo bleibt der konkrete Mensch?*

Es besteht die realistische Möglichkeit, dass viele heute umfassend etablierte Berufe in den nächsten Jahren verschwinden werden. Sie unterliegen – besonders in der Industrie –, getrieben durch die Paradigmen der Effizienz- und Profitsteigerung, einem sehr radikalen Transformationsprozess in Richtung Automatisierung und Roboterisierung.<sup>20</sup> Aber was ist mit den Menschen, die diese Arbeitsleistungen erbracht haben und jetzt scheinbar plötzlich nicht mehr benötigt werden? Aus sozialetischer Perspektive sind es insbesondere die Entscheidungsträger:innen in Wirtschaft und Gesellschaft, die hier zur Verantwortung gerufen sind. Denn sie sind es, die sich in einem besonderen Maße für die Gestaltung des Rahmens verantwortlich zeichnen, innerhalb dessen Menschen ihrer Erwerbstätigkeit nachgehen. Gerade in Richtung Unternehmensperspektive gilt es zu betonen, dass man mit dem Streben nach wirtschaftlichem Erfolg nicht einfach andere zentrale Aspekte außer Acht lassen darf. Gerade in großen, transnationalen Konzernen ist heute eine zunehmende Entpersonalisierung von Arbeit vernehmbar. Eine solche Entwicklung wird m. E. bereits bei der Verwendung des Begriffs *Human Resources (HR)* sichtbar. In dieser Sichtweise werden Arbeitnehmer:innen sukzessive als Ressourcen verstanden. Als kostenintensive Ressourcen, die es im Streben nach Profit und Marktmacht im Rahmen eines wirtschaftlichen Kampfes mit anderen Konzernen in einem globalen Wettbewerb bewusst einzusetzen und gegebenenfalls zu optimieren, zu rationalisieren

---

<sup>20</sup> Vgl. Gremsl, Ethik 4.0?, S. 21.



gilt. In der Wirtschaft geht mit dem Optimierungsbegriff sehr häufig der Rationalisierungsbegriff einher, der eine durch die Digitalisierung ermöglichte Automatisierung von Aufgaben und Prozesse fördert und damit meist einen umfassenden Abbau von Personal bedingt. In diesem Zusammenhang bedarf es der Betonung, dass eine solche Automatisierung von Prozessen per se nicht negativ zu beurteilen ist, sehr wohl bedarf es aber auch der Betonung, dass angesichts von solchen Prozessoptimierungen auch Begleitmaßnahmen nötig sind, um den dadurch hervorgerufenen Arbeitsplatzverlust vieler Menschen abzufedern. Etwa durch Umschulungs- und Ausbildungsprogramme, Programme zur sozialen Absicherung und ähnliches. Es gilt also in der Wahrnehmung unternehmerischer Verantwortung<sup>21</sup> mit Blick auf die Humanisierung der Arbeitswelt – die sich eben nicht nur auf die Aspekte Wachstum und Profit beschränkt, sondern gerade auch das Wohl der Mitarbeiter:innen miteinbezieht – Strukturen zu schaffen, die der Würde der Betroffenen entsprechen und ihnen als Personen gerecht werden und sie nicht zu bloßen Arbeitsfaktoren degradieren. Was könnte dies nun beispielsweise für die Logistikbranche bedeuten?

Betrachtet man die besonders effizienten Abläufe und automatisierten Prozesse in der Logistik, die ja als für die meisten Menschen unsichtbare Strukturen, erst das von allzu Vielen so liebgewonnene Konsumverhalten, wie es heute in umfassender Weise von einer großen Anzahl Menschen gelebt wird, ermöglicht, so darf man sich in dieser Betrachtung nicht nur auf die Lagerhäuser fokussieren, wo High-Tech heute mitunter besonders gefährliche oder auch sehr monotone Arbeiten vom Menschen übernommen und damit bereits zu einer humaneren Gestaltung der Arbeitswelt beigetragen hat. Es bedarf im Sinne einer ganzheitlicheren Betrachtung auch der Fokussierung auf weitere Glieder dieser Logistikketten. So führen ja beispielsweise die nahezu perfekten Logistiktechnologien zu besonderen Herausforderungen für Paketzusteller:innen. Diese stehen oftmals scheinbar so stark unter Zeitdruck – man spricht teilweise von 200 Paketen, die im Schnitt täglich pro Zusteller:in zugestellt werden<sup>22</sup> –, dass sie sich nicht einmal die Zeit nehmen können, um eine Toilette aufzusuchen oder schlichtweg, um angesichts des stressigen Arbeitsalltags einen Moment innezuhalten, einen Augenblick zu verharren und kurz bei sich zu sein.

---

<sup>21</sup> Vgl. bspw. Wiemeyer, Keine Freiheit ohne Gerechtigkeit, S. 140–144.

<sup>22</sup> Vgl. hierzu bspw. Kurier, Paket-Zusteller im Dauerstress: Bis zu 200 Packerl täglich.

Hinzu kommen noch die niedrige Bezahlung, sowie die körperliche und psychische Belastung in dieser Berufssparte. Damit führt die Perfektionierung von logistischen Abläufen<sup>23</sup> also auch zu nicht zu vernachlässigenden Herausforderungen, die Menschen ganz konkret betreffen. Umso wichtiger erscheint es in diesem Zusammenhang, eine Perspektive zu eröffnen, die im Sinne des dargelegten sozialetischen Verständnisses von Arbeit auch *menschengerecht* und *menschenwürdig* ist. Aus sozialetischer Betrachtungsweise gilt es etwa mit Blick auf die Option für die Armen in diesem Zusammenhang besonders die schwachen und benachteiligten Gesellschaftsglieder in den Blick zu nehmen.<sup>24</sup> Ein Beispiel hierfür wären etwa Menschen, die auch heute bereits mit Erschwernissen im Kontext der Arbeitswelt zu kämpfen haben, wie etwa körperlich bzw. geistig beeinträchtigte Menschen oder aber auch ältere arbeitslose Menschen. Diese Glieder gilt es im Sinne der Option für die Armen ganz besonders in unserem Denken und Handeln zu berücksichtigen, um auch ihnen weiterhin würdevolles und sinnerfülltes Arbeiten als Teil unserer Gesellschaft zu ermöglichen. Und hierbei scheint es geboten darauf hinzuweisen, dass für viele dieser Menschen die Industrie eine, wenn nicht sogar die einzige Arbeitsperspektive darstellt.

Es ist natürlich auch der Verweis darauf nötig, dass jede technische Revolution auch neue Arbeitsperspektiven geschaffen hat, so wird es auch in Bezug auf Digitalisierung sein.<sup>25</sup> Hier wird vor allem Know-how gefragt sein, um mit den digitalen Möglichkeiten umgehen zu können; es werden sich vermutlich aber auch die Rahmendbedingungen ändern, wie gearbeitet wird. Angesichts der mannigfaltigen Herausforderungen des Wandels der Arbeitswelt und dem nicht absehbaren Ausgang im Kontext einer zunehmenden Digitalisierung ebendieser, gilt es umso deutlicher für den *Vorrang von Arbeit*<sup>26</sup> in ihrem christlich geprägtem Verständnis im Gestaltungsdiskurs dieser Transformationen einzutreten und den Verantwortungsträger:innen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft Perspektiven auf eine menschenwürdige Gestaltung dieser Prozesse zu ermöglichen – und dies gelingt nur im Überschreiten einzelner Sachlogiken, im Blicken über den Tellerrand und im interdisziplinären Zusammenarbeiten; denn die Arbeit ist für den Menschen da und

---

<sup>23</sup> Damit meine ich etwa, dass es dadurch zu einem größerem Paketvolumen im Versand kommt.

<sup>24</sup> Vgl. Zsifkovits, Grundprinzipien der katholischen Soziallehre, S. 24 f.

<sup>25</sup> Vgl. Gremsl, Ethik 4.0?, S. 21–24.

<sup>26</sup> Vgl. Nothelle-Wildfeuer, Wirtschaftsethik, S. 188.

nicht umgekehrt; der Mensch muss stets im Mittelpunkt unseres Handelns bleiben – und zwar alle Menschen, gerade angesichts dieses Wandels mit unsicherem Ausgang.

## 2.2. **Schlaglichter zur Nachhaltigkeit**

Durch die Arbeiten des Club of Rome und besonders auch durch den Brundtland-Bericht – der als wesentlicher Beitrag zum Start des globalen Nachhaltigkeitsdiskurses verstanden werden kann – wurde das Themenfeld *Nachhaltigkeit* bereits in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts debattiert.<sup>27</sup> Angesichts der heute verfügbaren Analysen und Prognosen über klimatische Veränderungen, die ihren Ursprung im menschlichen Handeln der Vergangenheit (insb. seit der industriellen Revolution) haben und der mittlerweile auch für viele Menschen in Europa und anderen bisher weniger von diesen Entwicklungen betroffenen Weltregionen spürbaren Veränderungen, erfuhr Nachhaltigkeit im jungen 21. Jahrhundert gesellschaftlich, politisch und auch wirtschaftlich einen umfassenden Bedeutungsgewinn. Heute prägt Nachhaltigkeit nicht nur gesellschaftliche Debatten, sondern auch wirtschaftliche Innovationsprozesse.

Bei Nachhaltigkeit geht es mit dem Technikethiker und Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse am Karlsruher Institut für Technologie, Armin Grunwald, um „die Sicherung der Grundlagen dauerhafter menschlicher Zivilisation auf dem Planeten Erde, um Zukunftsverantwortung und Gerechtigkeit.“<sup>28</sup> Damit sind auch bereits zentrale ethische Aspekte des Nachhaltigkeitsdiskurses implizit angesprochen: Integrität der Umwelt, sowie globale und intergenerationale Gerechtigkeit.<sup>29</sup> Der Münchner Sozialethiker Markus Vogt bringt in seiner begrifflichen Annäherung noch eine weitere Perspektive mit ein. Es gehe um eine „zugleich ökologisch tragfähige, sozial gerechte und wirtschaftlich effiziente Entwicklung.“<sup>30</sup> Damit spricht er auch dezidiert den Lebensbereich Wirtschaft und damit auch jenes Spannungsfeld an, welches aus der Berücksichtigung der drei genannten Dimensionen entsteht. Dabei wird auch sichtbar, dass wirtschaftliche Entwicklung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung nicht an Effizienz einbüßen darf, sondern, dass dem Effizienzparadigma der Wirtschaft auch Rechnung getragen werden soll. Dies aber unter Berücksichtigung der anderen genannten Aspekte – ein komplexes, anspruchsvolles Programm.

<sup>27</sup> Vgl. Kruij, Umweltethik und Nachhaltigkeit in christlicher Perspektive, S. 321–327.

<sup>28</sup> Grunwald, Nachhaltigkeit verstehen, S. 13.

<sup>29</sup> Vgl. Vogt, Nachhaltigkeit, S. 223 f.

<sup>30</sup> Ebd., S. 219.

Ein Programm, welches auf verschiedenen Ebenen vorangetrieben und umgesetzt werden muss, um auch umfassend entfaltet werden zu können. Hierunter fallen auch die *Sustainable Development Goals* (SDGs) der Vereinten Nationen, die auf „strukturelle Veränderungen von sozialen, ökonomischen und anderen gesellschaftlichen Bereichen ab[zielen], um dadurch etwa ein gesundes Leben für alle Menschen sicherzustellen, Armut in all ihren Formen auf dem Globus zu beenden und Geschlechtergleichstellung zu erreichen.“<sup>31</sup> Obwohl die konkreten, sehr hoch gesteckten Zielen der SDGs – sie sollen bis 2030 global umgesetzt werden – vermutlich zum Scheitern verurteilt sind, stellen sie wichtige Orientierungen für das globale Gemeinwohl dar.<sup>32</sup> Ziel muss es vor diesem Hintergrund dennoch sein, eine möglichst umfassende Umsetzung anzustreben und voranzutreiben. Um letztlich Wirkung entfalten zu können, müssen diese SDGs in den verschiedensten Bereichen und auf unterschiedlichsten Ebenen umgesetzt werden. Versteht man sie als Imperative mit gehaltvollen Idealen, so wäre es geboten innerhalb der eigenen Möglichkeiten einen Beitrag zu leisten. Es gilt also im Rahmen der eigenen Zuständigkeitsbereiche, die hier innewohnende Verantwortung wahrzunehmen und auch Maßnahmen im Lichte des Nachhaltigkeitsgedankens zu setzen. Diese Maßnahmen können letztlich vielerlei Gestalt annehmen, müssen aber auch konkret gesetzt werden. Und gerade mit Blick auf den im Leben fast aller Menschen eine wichtige Rolle einnehmenden Lebensbereich Wirtschaft, der geprägt ist von Wachstum, Innovationen und dem Blick nach vorne, sollte dieser Verantwortung in besonderem Maße nachgekommen werden. Es gilt in der Wirtschaft nämlich nicht nur wirtschaftsgerecht, sondern auch menschengerecht, gesellschaftsgerecht, umweltgerecht und zukunftsgerecht zu handeln, wie es Leopold Neuhold im Rahmen eines Aufsatzes zur sozialen Verantwortung treffend diskutiert.<sup>33</sup>

Lenkt man den Fokus abermals auf das Thema Logistik, muss die Frage gestellt werden, welche relevanten Aspekte in diesem Kontext betrachtet werden können. Zweifelsfrei lassen sich eine Vielzahl an Aspekten und Herausforderungen anführen, die es Wert wären, näher beleuchtet zu werden. Gleichwohl soll hier abermals das Beispiel Onlinehandel exemplarisch herangezogen werden, der erst durch das Zusammenspiel zwischen einfach zu bedienenden Onlineplattformen für die Konsument:innen und perfekt funktionierenden logistischen Abläufen auf

---

<sup>31</sup> Gremsl, Ethik: Eine Orientierungshilfe in Zeiten der Klimakrise, S. 34.

<sup>32</sup> Vgl. Vogt, Globales Gemeinwohl und Nachhaltigkeit, S. 165.

<sup>33</sup> Vgl. Neuhold, Ethik und soziale Verantwortung – Gesinnung und Umsetzung.

Unternehmensseite zu einer in unseren Gesellschaften nicht mehr wegzudenkenden Erfolgsgeschichte wurde.

Wir sind es heute gewohnt, dass der Faktor Zeit keine Rolle mehr zu spielen scheint; dass alles, was man möchte, noch am selben oder am nächsten Tag verfügbar ist; dass die Lieferung kostenlos ist und, dass man das, was man bestellt hat, auch wieder kostenlos retournieren kann. Wir Menschen sind es heute gewohnt, durch das Vorhandensein dieser Möglichkeiten, diese Möglichkeiten auch auszunutzen, sie oft auch auszureizen. Dies führt oftmals dazu, dass Produkte dadurch von vielen Menschen leichtfertig bestellt werden, denn das Zurücksenden ist meist kostenlos und der Bestellprozess ohnehin sehr unkompliziert. Verpackung und Versand werden sozusagen zum Null-Euro-Tarif angeboten. Die in diesem Kontext existierenden Paradigmen beeinflussen uns als Konsument:innen massiv – und nicht nur uns, sondern auch viele andere Menschen. Menschen, die womöglich gar keinen Teil des gesamten Prozesses ausmachen, Menschen, die ohne ihr Zutun von unseren Handlungen betroffen sind. Damit sind abermals nicht intendierte Folgen unseres Handelns angesprochen.

Das besondere Problem in diesem Zusammenhang ist, dass diese Konsequenzen nicht unmittelbar sichtbar, für uns nicht sofort spürbar sind. Durch unser Konsumverhalten verursachen wir – neben den bereits angesprochenen Folgen für die betroffenen Arbeitnehmer:innen – große Mengen unnötigen CO<sub>2</sub>-Ausstoß, Berge an Verpackungsmaterialien und steigern den Stromverbrauch. Dies führt zu einem besonders belasteten Erbe für unsere Nachfolgenerationen. Dabei bedarf es mit Blick auf die Gerechtigkeitsdimension einer nachhaltigen Entwicklung der Betonung darauf, dass die daraus resultierenden negativen Folgen dann auch wieder zu großen Teilen nicht unmittelbar vor Ort – also etwa bei uns in Europa – eintreffen, sondern, dass es meist jene Menschen trifft, die nicht in derart hochentwickelten Ländern in der nördlichen Hemisphäre leben. Also jene Menschen, die oft in Ländern mit weniger Wohlstand und wenig oder gar nicht vorhandener Infrastruktur leben und bereits jetzt sehr stark – oft auch schon existenziell – von klimatischen Veränderungen betroffen sind. Gerade die Perspektive auf diese Menschen und besonders auch auf ihre Nachfolgenerationen, sowie deren Lebenswirklichkeiten und Alltagsrealitäten, müssen aktiv in den Diskurs eingebracht werden. Und im Sinne einer Verantwortungsethik gilt es sie weiters nicht nur als Betroffene zu betrachten, sondern sie als Beteiligte insgesamt in eine solche nachhaltige Entwicklung einzubinden.

### 3. Schlussbemerkung

Ohne das Know-how und das innovative Potenzial der Logistikbranche, würde unser aller Leben merklich anders aussehen. Logistik ist zutiefst verwoben in nahezu allen gesellschaftlichen Teilbereichen und ihr wohnt dadurch ein gewichtiges Moment an Machtfülle inne. Damit einher geht aber auch ein komplexes Verantwortungsgefüge, welchem es immer wieder aufs Neue Rechnung zu tragen gilt. Dabei geht es sowohl im Sinne einer wirtschaftlichen Sachlogik, um das Finden neuer Logistikhösungen und das Optimieren von Prozessen, als auch um das Miteinbeziehen weiterer Perspektiven, die vom jeweiligen Handeln unmittelbar bzw. mittelbar betroffen sind. Und hier geht es etwa darum, jene Menschen zu unterstützen, die aufgrund von Automatisierungsprozessen in der Logistikbranche ihre Arbeit verloren haben oder, dass jene Stellen, die nicht einer solchen Automatisierung unterlagen, auch menschenwürdig gestaltet werden, dass sie ein menschenwürdiges Leben ermöglichen. Es geht darum, jenen Personen neue berufliche Perspektiven aufzuzeigen, die aufgrund von Innovationsschüben und anderen Entwicklungen ihren Arbeitsplatz verlieren, den sie womöglich seit vielen Jahren pflichtbewusst ausüben. Und es geht nicht zuletzt um das große Ganze – um unser gemeinsames Haus, wie es Papst Franziskus in *Laudato si'* umschreibt.<sup>34</sup> Also, um den Erhalt der für uns alle so wichtigen Umwelt – für uns und die uns folgenden Generationen.

Die *digital transformation* auch zu einer *green transformation* zu machen, stellt eine Herkulesaufgabe dar; dennoch stehen wir als Gesellschaft und als Individuen in der Verantwortung diese Aufgabe mit den uns in den einzelnen Bereichen, in denen wir wirken, zur Verfügung stehenden Mitteln zu meistern zu versuchen. Dies gelingt aber sicherlich nur in einem Zusammenspiel aus regulierenden Top-down-Prozessen durch die Gestzgeber:innen in Kombination mit verschiedenen Maßnahmen im Sinne von Bottom-up-Prozessen durch Konsument:innen und Unternehmer:innen. Meines Erachtens kann gerade die Logistikbranche hier einen enormen Beitrag in Richtung einer *green transformation* leisten. Und das Einschlagen eines solchen Weges<sup>35</sup> ist sicherlich eine Investition in unser aller Zukunft.

Sohin gilt es nicht Fortschritt um jeden Preis zu fordern und voranzutreiben, sondern die vorherrschenden Paradigmen und einzelnen Sachlogiken zu überwinden,

---

<sup>34</sup> Vgl. Franziskus, Enzyklika *Laudato si'* von Papst Franziskus über die Sorge für das gemeinsame Haus.

<sup>35</sup> Gleichwohl nicht vorhergesagt werden kann, wie ein solcher Weg für das jeweils einzelne Unternehmen bzw. die Branche konkret aussehen mag.

das Sichtfeld zu weiten, den Diskurs mit anderen Gesprächspartner:innen zu suchen und mutig voranzuschreiten. (Sozial-)Ethik soll in diesem Zusammenhang von den anderen Diskurspartner:innen nicht als Moralapostel wahrgenommen werden, sondern als ebenbürtige Gesprächspartnerin, die Mensch und Umwelt, ihr Wohlergehen und ihre Erhaltung in den Fokus nimmt und dabei besonders „die menschliche Existenz in ihren Leben stiftenden und Leben erhaltenden sozialen Bezügen, in ihren Bedingtheiten, Zweideutigkeiten und vielfältigen Be- und Verhinderungen [...]“<sup>36</sup> als wichtige Perspektive in den Diskurs einbringt. Verantwortung – etwa für die green transformation – auf andere „zuständige“ Institutionen abzuschieben, greift also zu kurz, bedeutet eine Gefährdung der Zukunft.<sup>37</sup> Vielmehr geht es um die aktive Wahrnehmung von Verantwortung und, um das „Zusammendenken von Handlung und Folgen, im Einbeziehen aller von der Handlung Betroffenen, auch zukünftiger Generationen.“<sup>38</sup>

---

<sup>36</sup> Heimbach-Steins, Sozialethik, S. 169.

<sup>37</sup> Vgl. Neuhold, Ethik und soziale Verantwortung – Gesinnung und Umsetzung, S. 204.

<sup>38</sup> Ebd.

## Literaturverzeichnis

- Arbeit: Nawroth, Edgar, in: Alfred Klose u. a. (Hg.): Katholisches Soziallexikon, [2., gänzlich überarb. und erw. Aufl.], Innsbruck etc. u. a. 1980, S. 83–89.
- Filipović, Alexander: Die Datafizierung der Welt. Eine ethische Vermessung des digitalen Wandels, in: *Communicatio Socialis* 48 (2015), S. 6–15.
- Franziskus: Enzyklika *Laudato si'* von Papst Franziskus über die Sorge für das gemeinsame Haus,  
[https://www.vatican.va/content/francesco/de/encyclicals/documents/papa-francesco\\_20150524\\_enciclica-laudato-si.html](https://www.vatican.va/content/francesco/de/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html) (acc. 15.1.2022).
- Gremsl, Thomas: *Ethik 4.0? Der „Faktor Mensch“ in der digitalen Transformation (Gesellschaft - Ethik - Religion, Bd. 21)*, Paderborn 2022.
- Gremsl, Thomas: *Ethik: Eine Orientierungshilfe in Zeiten der Klimakrise*, in: Christian Wessely/Thomas Gremsl (Hg.): *Klimaverantwortung und regionales Handeln*, Graz 2022, S. 29–43.
- Grunwald, Armin: *Digitalisierung als Prozess. Ethische Herausforderungen inmitten allmählicher Verschiebungen zwischen Mensch, Technik und Gesellschaft*, in: *Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik* 20 (2019), S. 121–145.
- Grunwald, Armin: *Nachhaltigkeit verstehen. Arbeiten an der Bedeutung nachhaltiger Entwicklung* 2016.
- Heimbach-Steins, Marianne: *Sozialethik*, in: Klaus Arntz u. a. (Hg.): *Orientierung finden. Ethik der Lebensbereiche (Theologische Module, Bd. 5)*, Freiburg i.Br. u. a. 2008, S. 166–208.
- Höffe, Otfried: *Ethik. Eine Einführung (C.H. Beck Wissen)*, Originalausgabe, 2., durchgesehene Auflage 2018.
- Hübner, Dietmar: *Einführung in die philosophische Ethik (utb Philosophie)*, 2., durchgesehene und korrigierte Auflage 2018.
- Jähnichen, Traugott/Wiemeyer, Joachim: *Wirtschaftsethik 4.0. Der digitale Wandel als wirtschaftsethische Herausforderung (Ethik - Grundlagen und Handlungsfelder)*, 1. Auflage, Stuttgart 2020.
- Johannes Paul II.: Enzyklika *Laborem exercens* über die menschliche Arbeit zum neunzigsten Jahrestag der Enzyklika *Rerum novarum*,  
[https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/de/encyclicals/documents/hf\\_jp-ii\\_enc\\_14091981\\_laborem-exercens.html](https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/de/encyclicals/documents/hf_jp-ii_enc_14091981_laborem-exercens.html) (acc. 15.2.2022).
- Johannes XXIII.: Enzyklika *Mater et magistra* über die jüngsten Entwicklungen des gesellschaftlichen Lebens und seine Gestaltung im Licht der christlichen Lehre,  
[https://www.vatican.va/content/john-xxiii/de/encyclicals/documents/hf\\_j-xxiii\\_enc\\_15051961\\_mater.html](https://www.vatican.va/content/john-xxiii/de/encyclicals/documents/hf_j-xxiii_enc_15051961_mater.html) (acc. 12.2.2022).



Kruij, Gerhard: Umweltethik und Nachhaltigkeit in christlicher Perspektive, in: Ralph Bergold u. a. (Hg.): Dem Wandel eine menschliche Gestalt geben. Sozialethische Perspektiven für die Gesellschaft von morgen: Festschrift zur Neueröffnung und zum 70-jährigen Bestehen des Katholisch-Sozialen Instituts, Freiburg im Breisgau 2017, S. 319–332.

Kurier: Paket-Zusteller im Dauerstress: Bis zu 200 Packerl täglich, <https://kurier.at/wirtschaft/paket-zusteller-im-dauerstress-bis-zu-200-packerl-taeglich/400696397> (acc. 26.5.2023).

Neuhold, Leopold: Ethik und soziale Verantwortung – Gesinnung und Umsetzung, in: Sascha Ferz (Hg.): Gesellschaftliche Verantwortung als soziale Kompetenz (Soziale Kompetenz im Zentrum, Bd. 1), Graz 2012, S. 185–204.

Neuhold, Leopold: Ethik und Gesellschaftslehre in der Herausforderung durch den Wandel der Gesellschaft, in: Wolfgang Weirer/Reinhold Esterbauer (Hg.): Theologie im Umbruch. Zwischen Ganzheit und Spezialisierung (Theologie im kulturellen Dialog, Bd. 6), Graz u. a. 2000, S. 269–286.

Nothelle-Wildfeuer, Ursula: Wirtschaftsethik, in: Clauß Peter Sajak (Hg.): Christliches Handeln in Verantwortung für die Welt. Modul 12 (UTB, 4312 Theologie), Paderborn 2015, S. 183–212.

Remele, Kurt: Gerechtigkeit lehren, gerecht leben. Katholische Sozialethik und Soziallehre als institutionalisierte Gesellschaftsreflexion und praktisches Handeln, in: SaThZ 13 (2009), S. 192–205.

Schockenhoff, Eberhard: Grundlegung der Ethik. Ein theologischer Entwurf (Grundlagen Theologie), 2., überarb. Aufl., Freiburg i.Br. u. a. 2014.

Verband der österreichischen Arzneimittelgroßhändler PHAGO: Pressegespräch: Versorgungssicherheit von Medikamenten, [https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.phago.at%2Ffileadmin%2Fuser\\_upload%2F20140602\\_PHAGO-Pressemappe.doc&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.phago.at%2Ffileadmin%2Fuser_upload%2F20140602_PHAGO-Pressemappe.doc&wdOrigin=BROWSELINK) (acc. 25.5.2023).

Vogt, Markus: Nachhaltigkeit, in: Marianne Heimbach-Steins u. a. (Hg.): Christliche Sozialethik. Grundlagen - Kontexte - Themen: ein Lehr- und Studienbuch, Regensburg 2022, S. 219–231.

Vogt, Markus: Globales Gemeinwohl und Nachhaltigkeit, in: Marianne Heimbach-Steins u. a. (Hg.): Globales Gemeinwohl. Sozialwissenschaftliche und sozialethische Analysen (Gesellschaft - Ethik - Religion), Paderborn 2020, S. 165–207.

Wiemeyer, Joachim: Keine Freiheit ohne Gerechtigkeit. Christliche Sozialethik angesichts globaler Herausforderungen, Freiburg, Br u. a. 2015.

Zsifkovits, Valentin: Wirtschaft ohne Moral?, Innsbruck 1994.

Zsifkovits, Valentin: Grundprinzipien der katholischen Soziallehre, in: Theologisch-Praktische Quartalsschrift 138 (1990), S. 16–25.







# **Wasserstoffpotentiale in der (Intra-)Logistik**

Thomas Stöhr



DI Dr.techn.

**Thomas Stöhr**

- Senior Researcher und Projektleiter bei der HyCentA Research GmbH



## Wasserstoffpotentiale in der (Intra-)Logistik

DI Dr. Thomas Stöhr

Logistikwerkstatt 09. Mai 2023



The information contained in this presentation remains the property of HyCentra.

3 850 000 EJ / Jahr

85 min für anthropogenen  
Jahresenergiebedarf

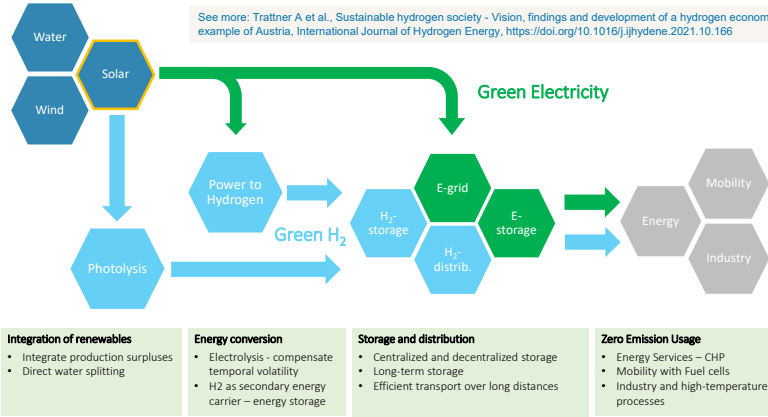
~15 Sekunden für Tagesbedarf <sup>[1]</sup>

[1] Morton, Oliver (6 September 2006). "Solar energy: A new day dawning?: Silicon Valley sunrise". *Nature*. 443 (7107): 19–22.  
Foto: NASA/Terry Virts - Sunset over the Gulf of Mexico, public domain

# Wasserstoff – Schlüssel zur Energiewende



See more: Trattner A et al., Sustainable hydrogen society - Vision, findings and development of a hydrogen economy using the example of Austria, International Journal of Hydrogen Energy, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.10.166>

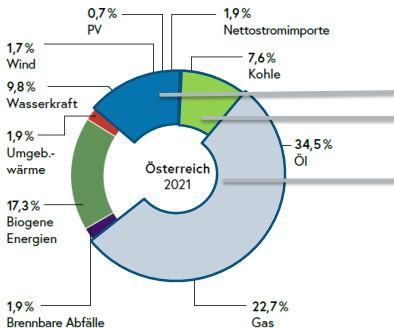


The information contained in this presentation remains the property of HyCentra.

## Warum Wasserstoff?



### Bruttoinlandsverbrauch 2021



Wind, Wasser, PV & Importe: 14,1%  
oder 55,87 TWh

2030 +30 TWh aus Erneuerbaren

Substitution von fossilem Öl, Gas und Kohle:

- 1.) Wasserstoff ist ein Universalgenie
- 2.) Bestehende Infrastrukturen nutzbar
- 3.) Zentral und dezentral erzeugbar

Quelle: BMK, Energie in Österreich 2022 <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/zahlen.html>

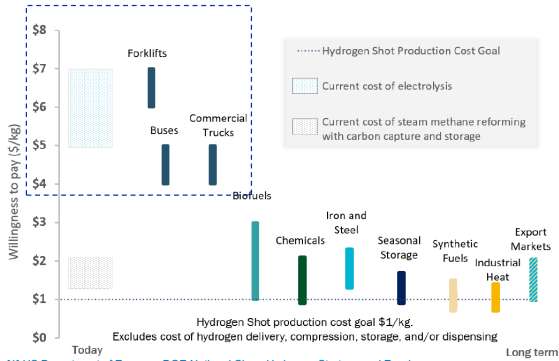
The information contained in this presentation remains the property of HyCentra.

Slide 3

# Logistik ist ein H<sub>2</sub>-Enabler



## DOE National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap (Draft)



- >500MW Backup Power
- >50,000 Forklifts
- >620 MW PEM\* Electrolyzers
- >80 Fuel Cell Buses
- ~50 H<sub>2</sub> Retail Stations
- >13,000 Fuel Cell Cars

The information contained in this presentation remains the property of HyCenta.

Slide 4

# Projekt E-LOG BioFleet I & II 2010 – 2016



## Österreichisches Leuchtturmprojekt

- Ersatz der Batterie bei Flurförderzeugen durch Brennstoffzellen-Range Extender und H<sub>2</sub>-Hochdrucktank
- H<sub>2</sub> wird vorort dezentral aus Biomethan erzeugt und verdichtet
- Erste Wasserstoff-Hallenbetankung Europas
- Energy Globe Award Fire 2014

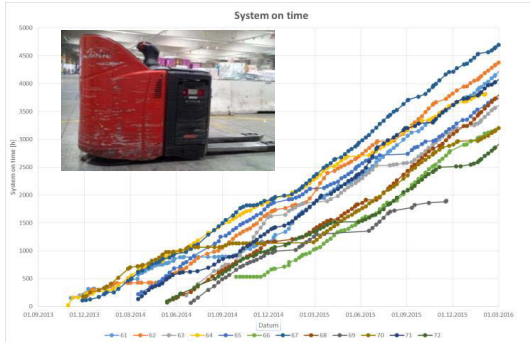


The information contained in this presentation remains the property of HyCenta.

Slide 5



# Projekt E-LOG BioFleet I & II 2010 – 2016



## Statistik der BZ-Fahrzeug-Flotte

- Summe Betriebszeit: >43.000 h
- BZ im Einsatz: >23.000 h
- Start/Stop Zyklen: >51.000
- Leistung Fahrzeug: <750 W
- max. Effizienz des BZ-Systems im Einsatz: 53 %
- Anzahl Betankungen: >6.200



The information contained in this presentation remains the property of HyCentra.

Slide 6

# Logistik ist ein H<sub>2</sub>-Enabler



## BMW nimmt in Leipzig 70 Wasserstoff-Routenzüge in Betrieb. [1]

Kooperation mit Fronius, Linde Maximal Handling, Carvel und der TU München ergriffen unter der Führung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWi) die ersten Schritte zur Realisierung des Wasserstoffverkehrs: Der erste öffentliche Testbetrieb der nachfolgenden Technologie im industriellen „Jobtest“ ist in Zusammenarbeit mit der Zwicku Wenschütz und Nulka.

Photo: Zwicku Wenschütz



**PROJEKTPARTNER:**  
**Leipzig:** Fraunhofer EBC, BMW Group Leipzig, Linde, 70 wasserstoffbetriebene Routenzüge werden abgegriffen werden. Diese werden die ersten der Produktion zu betriebsfähigem Einsatz mit Zulieferer zuzuführen. Die offizielle Übergabe erfolgt Ende des Jahres. In Zusammenarbeit mit der TU München, Fronius (Hersteller von Brennstoffzellen-Systemen), Linde Maximal Handling (Brennstoffzellensysteme) und Carvel wird Testbetrieb mit Brennstoffzellenantriebs, Carvel (Lösungen für Linde-MH-Transporteinheiten, Auslieferung) durchgeführt.

## Wasserstoff: Still steigt in Fertigung für Brennstoffzellen ein [2]

Fortschritt von 100 bis zur Brennstoffzellenantriebs für das Hochregal-Logistiksystem Hydrogenic, das auf Brennstoffzellenantrieben spezialisiert ist.



Im September wird der Test der Brennstoffzellenantriebs für das Hochregal-Logistiksystem Hydrogenic, das auf Brennstoffzellen, Service und die gesamte Wasserstoffantriebs (EBC 301).

## Carrefour deploys hydrogen fuel cell forklifts in new distribution center [3]

Published Nov. 28, 2020



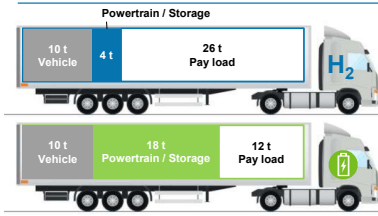
**Dive Brief:**  
 • In its new distribution center in Vauluis-s-Vireil, France, Carrefour deployed 127 new hydrogen fuel cell powered electric forklifts, adding to the company's existing fleet of the fuel cell powered 180 trucks.

[1] <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0288005DE/bmw-nimmt-in-leipzig-70-wasserstoff-routenzeuge-in-betrieb?language=de>  
 [2] <https://logistik-heute.de/news/wasserstoff-still-steigt-fertigung-fuer-brennstoffzellen-ein-38314.html>  
 [3] <https://www.supplychaindive.com/news/carrefour-hydrogen-fuel-cell-lift-trucks-distribution-center/543072/>

The information contained in this presentation remains the property of HyCentra.

Slide 7

## Heavy Duty 40 t Truck - 1000 km Range



**Hydrogen Fuel Cell**

**Battery** > 2x more traffic

Refueling / Charging Duration		
	Power in MW	Duration in h
H2 - TK 16 HF	15	0,2
BEV - 500 kW	0,5	4,2
BEV - 1 MW	1	2,1

**Hydrogen Fuel Cell** TtW Energy **3 kWh/km**

60 % Efficiency

**Battery** > 2x more traffic

85 % Efficiency 85 % Efficiency  $2 \times 2,1 = 4,2 \text{ kWh/km}$

The information contained in this presentation remains the property of HyCentra.

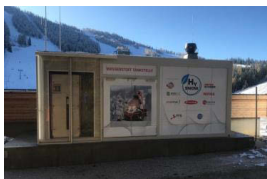
Slide 8

## Projekt HySnow 2017 – 2021



### Decarbonisation of Winter Tourism by Hydrogen Powered Fuel Cell Snowmobiles

- Errichtung der ersten **Wasserstofftankstelle** in alpiner Umgebung (höchstgelegene H<sub>2</sub>-Tankstelle Europas)
- Direkte Kopplung von **Photovoltaik- und Elektrolyseanlage**
- Entwicklung eines **Brennstoffzellenantriebs für Schneemobile**
- Betrieb und Evaluierung unter **realen Betriebsbedingungen**



The information contained in this presentation remains the property of HyCentra.

Slide 9

## Green H<sub>2</sub> Production Potentials



### Use Case

Paketeverteilzentrum ~20 000 p/h  
 ~24 000 m<sup>2</sup> Dachfläche  
 ~ 5 500 m<sup>2</sup> Parkplatzfläche



Foto: Österreichische Post AG

### Green H<sub>2</sub> Potentials

Electrical Power Output: 2,5 MW<sub>peak</sub>



Annual Energy Output: 2,76 GWh



Daily H<sub>2</sub> Production Potentials: 176 kg H<sub>2</sub>  
 (76% electrolysis efficiency)



**1 955 – 3 500 Trailer KM per day**  
 (5-9kg H<sub>2</sub> demand/100km)

The information contained in this presentation remains the property of HyCentA.

Slide 10

## HyCentA Research GmbH



### Österreichs Forschungszentrum für Wasserstofftechnologien



- **70+ Forschende aus Maschinenbau, Physik, Chemie, Verfahrenstechnik, Elektrotechnik**
- **Mehr als 70 Projekte erfolgreich abgeschlossen**
- **Mehr als 17 Jahre an Expertise**
- **Modernste Versuchs- & Betankungsinfrastruktur**
- **Lehre an der TU Graz**
- **Internationales Netzwerk**



Außeruniversitäre Forschungsgesellschaft  
 an der Technischen Universität Graz (TUG)



\* >160 Researchers im Bereich H<sub>2</sub> an der TUG

<https://www.tugraz.at/forschung/forschung-an-der-tu-graz/research-centers/cellfor-of-hydrogen-research>

The information contained in this presentation remains the property of HyCentA.

Slide 11

## Aktivitäten



Forschen und Entwickeln

Modellieren und Simulieren

Messen und Prüfen

Lehren

- **Elektrolyse und H<sub>2</sub>-Infrastrukturen**
  - Planung, Design und Zertifizierung: Zelle, Stack, System und Gesamtanlagen
  - Konzeptionierung, Aufbau & Tests von GH<sub>2</sub> Kompressor-Systemen
- **Speicherung und Verteilung von Wasserstoff**
  - Konzeptionierung und Zertifizierungsprüfung von GH<sub>2</sub> Speichersystemen
  - Alternative Konzepte: hydride Speichersysteme und LH<sub>2</sub> Systeme
- **Brennstoffzellen – Mobile und Stationäre Anwendungen**
  - Design & Zertifizierung: Stacks, BoP, Systeme & Kontrollstrategien
  - Entwicklung und Tests von BZ-Antriebskonzepten
- **Messtechnik und Testsysteme**
  - Mengmessungen und Gasqualitätsmessungen
  - Kundenspezifische Prüfstands-aufbauten



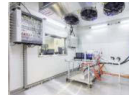
H<sub>2</sub>-Betankung  
350 & 700 bar



Hochdruckprüfstand  
bis zu 1000 bar  
mit Klimakammer



Zwei Testzellen für  
Komponenten &  
Systeme



Brennstoffzellen-  
systemprüfstand 160 kW  
mit Klimakammer



Elektrolyseteststand



Gasanalyselabor

The information contained in this presentation remains the property of HyCentA.

Slide 12



## Kontakt

DI Dr.techn. Thomas Stöhr

HyCentA Research GmbH

Innfeldgasse 15

A-8010 Graz

[stoehr@hycenta.at](mailto:stoehr@hycenta.at)

[www.hycenta.at](http://www.hycenta.at)



The information contained in this presentation remains the property of HyCentA.





# Logistics Offroad

Gerald Steinbauer-Wagner

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

## Gerald Steinbauer-Wagner

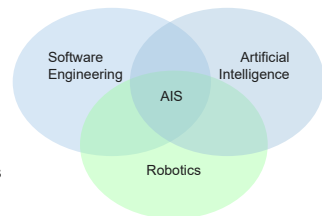
- Associate Professor am Institut für Softwaretechnologie der Technischen Universität Graz

## Logistics Offroad

Gerald Steinbauer-Wagner  
Research Group on Autonomous Intelligent Systems  
Institute for Software Technology

<https://www.tugraz.at/institutes/ist/>

- Focus: **Safe and Secure Systems**, understanding foundational challenges for providing solutions, coming up with self-\* / adaptive systems that are dependable
- Institute for Software Technology
  - 10 professors and around 60 researchers
  - research groups on various topics such as software engineering, symbolic AI, recommender systems, algorithms & complexity, ...
- Research Group on Autonomous Intelligent Systems
  - methods, tools, and architectures that are needed to build robust autonomous intelligent systems
  - intersection of SWE, AI, and Robotics
  - interest in complete robot systems for various use cases such as production or logistics and realistic testing (field tests, competitions)



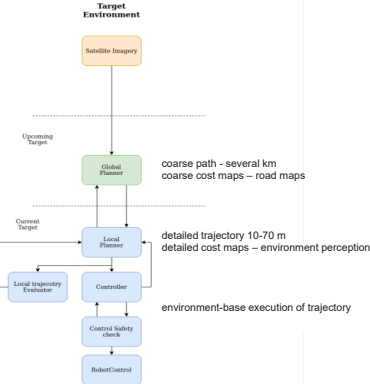


## Goals and Use Cases

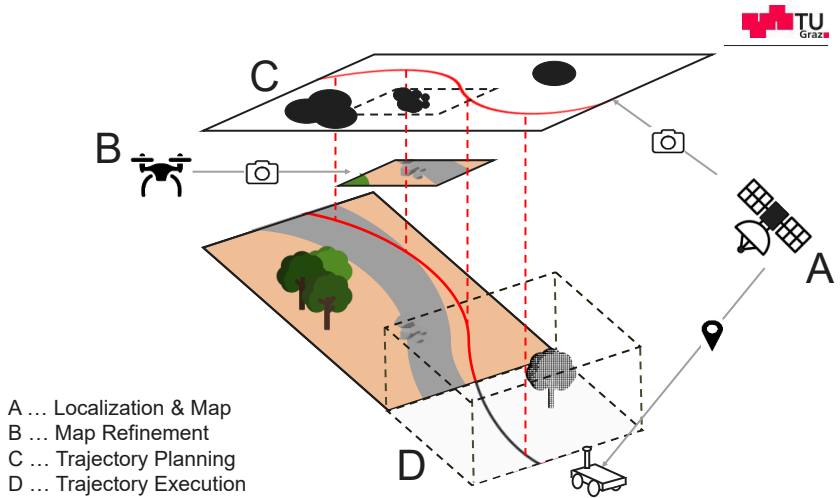
- providing safe robot navigation in remote offroad environments
- Various Use Cases
  - inspection of protection structures, support of mountain rescuer, forestry, agriculture, mining, remote logistics
- Challenges
  - missing detailed maps, insufficient environment understanding, complex control problems



## Navigation Architecture



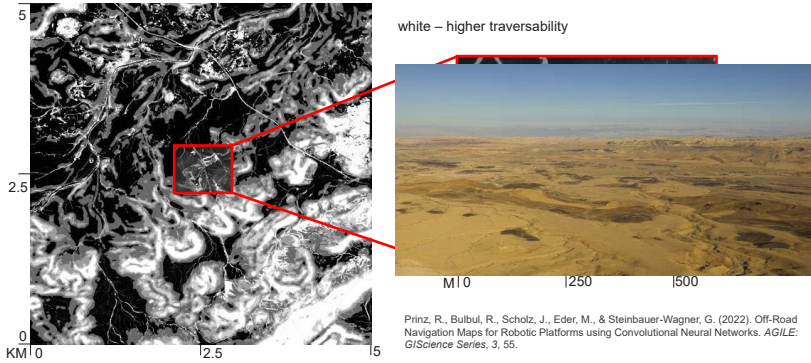
Hoheneder R., Buchegger A., Didari H., Eder M., Mautner-Lassnig K., Mühlbacher C. and Steinbauer-Wagner G. An Event-Based Approach to Autonomous Navigation. In Austrian Robotics Workshop 2023: ARW 2023.



## Cost Maps from Earth Observation Data

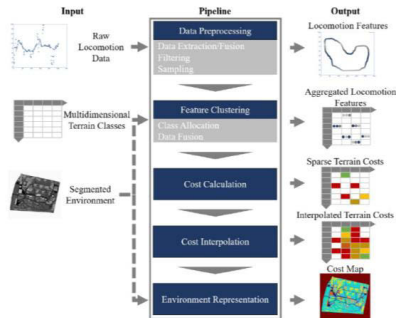
- transfer earth observation data into traversability (cost) maps
- using deep learning methods for terrain classification
- two models learned for micro- and macro-scale
  - macro scale: dried river systems and large rock formations
  - micro scale: bushes, boulders and body of water
- combine surface model and terrain map to generate a cost map
- Challenges
  - small sample size and time constraints
  - prediction on image-mosaic with  $25\,000^2$  pixels  $\sim$  625 Megapixel

## Cost Maps Ramon Crater, Negev Desert, Israel



## Automation of Map Creation and Robot Dependency

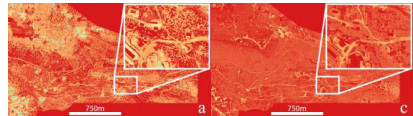
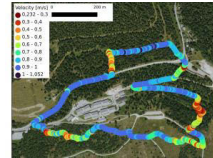
- Cost Calculation needs Expert Knowledge and Manual Work
- Costs do not reflect the true robot capabilities (e.g. locomotion)
- ML-based Pipeline
  - sufficient sampling of real world motions in different situations
  - anchored by pose and terrain class
  - learning the cost table
  - augmentations: slope, weather



M. Eder, R. Prinz, F. Schöggli and G. Steinbauer-Wagner, "Generating Robot-Dependent Cost Maps for Off-Road Environments Using Locomotion Experiments and Earth Observation Data," 2022 Sixth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC), Italy, 2022.

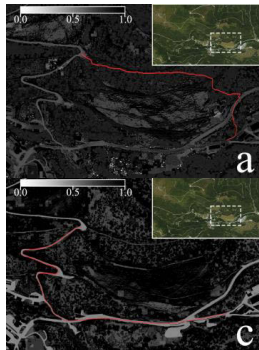
## Cost Map Field Campaign

- recording of locomotion data for different robot systems
  - tracked, skid-drive, legged, double Ackermann
- definition of standardized locomotion data collection experiments
  - recording pose & IMU
  - optimized sampling of routes
- (semi)-automated generating robot-dependent cost maps

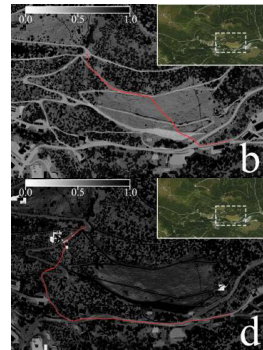


<https://robonav.ist.tugraz.at/data/>

## Robot-Dependent Path Planning



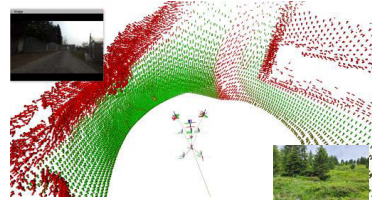
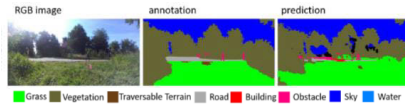
- a) Rovo2
- b) Husky
- c) Spot
- d) Mercator



Seetaler Alps, Austria

## Perception of the Environment

- understanding the environment is crucial for trajectory execution
- two predominant sensor modes
  - Lidar – geometric info
  - camera – semantic info
- Deep Learning is a common tool for images
- labeled data is an issue – reuse and rearrange public offroad data sets
- challenges in real outdoor environments: clutter, object properties
- need to combine both modes

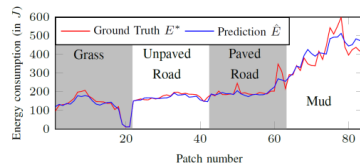
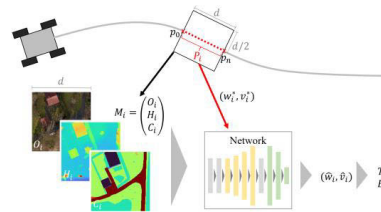


Walch, W., Eder, M., Steinbauer-Wagner, G., & Mautner-Lassnig, K. (2022). Offroad Terrain Classification for Mobile Robots. In *Austrian Robotics Workshop 2022: ARW 2022*



## Energy-Aware Route Planning

- we need an Energy-Cost-Map
- cost for navigation offroad is context-dependent
- context
  - orthophoto, height map, terrain classes
- recording navigation/energy data
- patch-based prediction model for energy consumption
- open issues
  - unseen contexts
  - transfer learning for other robot systems



## Summary

- Many Use Cases for Automated Navigation in Remote Areas
- Framework for Navigation in Challenging Environments
- addressing challenges such as map creation or local perception
- Navigation Architecture – No On Size Fits All
  - Context-based Navigation with Navigation Modes
- Transfer of Navigation Knowledge to other Robots
  - Transfer Learning of Cost Estimation Models
- Better Understanding of the Environment
  - Machine Learning on Multi-Modal Sensor Data
- Robust Trajectory Following in Rough Terrain
  - Training Behaviors using Reinforcement Learning



## Thank you!

 Bundesministerium  
Finanzen

 Federal Ministry  
Republic of Austria  
Climate Action, Environment,  
Energy, Mobility,  
Innovation and Technology

- Institute for Geodesy, Graz University of Technology
- ARTI Autonomous Robot Technology GmbH
- PentaMap GmbH
- Institute for Robotics, Johannes Kepler University
- HAWE Mattro



<https://youtu.be/p1OuFMSfw4w>





# Smart, green, Logistik!

Ing. Mag. Franz Leitner





Ing. Mag.

**Franz Leitner**

- Geschäftsfeldleiter Logistikzentren & Transport und Prokurist bei der Österreichischen Post AG



## Smart, green, Logistik!

Mag. Franz Leitner  
Geschäftsfeldleiter Logistikzentren & Transport

10. Mai 2023









**DIE ÖSTERREICHISCHE POST AG**



## ÖSTERREICHISCHE POST 2022





**Brief & Werbepost**

- Briefpost
- Werbesendungen
- Zeitungen und Magazine


**Umsatz:**  
1.218 Mio EUR



**Paket & Logistik**

- Pakete und Express
- Fulfillment und Werttransport
- E-Commerce Services

**Umsatz:**  
1.215 Mio EUR



**Filiale & Bank**

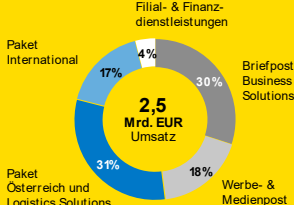
- Filial- und Finanzdienstleistungen
- Kund\*innenservices

**Umsatz:**  
123 Mio EUR


**Konzern**  
Umsatz: 2,5 Mrd. EUR

**EBITDA: 373 Mio EUR**  
**EBIT: 188 Mio EUR**

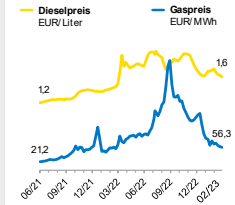
**Umsatzmix 2022**



## WIRTSCHAFTLICHES UMFELD 2022 VON INFLATION UND WÄHRUNG BEEINTRÄCHTIGT

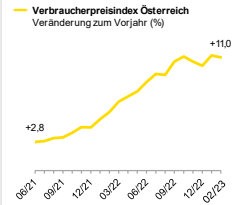


**Steigende Energiekosten in Österreich**



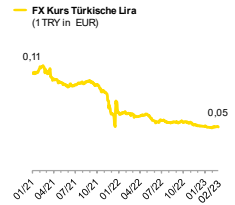
Quelle: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie Österreich (Stand März 2023); Central European Gas Hub AG (Stand März 2023)

**Inflation hemmt Konsum**



Quelle: Statistik Austria (Stand März 2023); Basis 2015=100

**Schwierige Bedingungen in der Türkei**



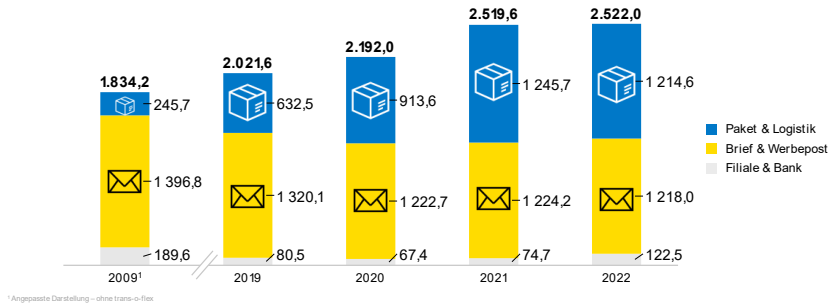
Quelle: OeNB (Stand März 2023)

INVESTORENPRÄSENTATION Investor Relations Wien, 15. März 2023

## KONTINUIERLICHE STRUKTURVERÄNDERUNG Brief und Paket als starke Säulen



Umsatzerlöse in Mio EUR



8

## DIE STRATEGIE





## STRATEGIE POST: VORWÄRTS IN DIE ZUKUNFT



**1** Verteidigung der Marktführerschaft und Profitabilität im Kerngeschäft



Nachhaltigkeit, Diversität und Kund\*innen-orientierung als Leitlinie für alle Aktivitäten

**2** Profitables Wachstum in nahen Märkten



**3** Ausbau des Filial- und Digitalangebots für Privatkund\*innen und KMU



10

## DIE STRATEGIE DER POST IST NACHHALTIG



**1** Verteidigung der Marktführerschaft und Profitabilität im Kerngeschäft



Nachhaltigkeit, Diversität und Kund\*innen-orientierung als Leitlinie für alle Aktivitäten

**2** Profitables Wachstum in nahen Märkten



**3** Ausbau des Filial- und Digitalangebots für Privatkund\*innen und KMU



11

## ► MASTERPLAN NACHHALTIGKEIT 2030 – WESENTLICHE THEMEN



### Wirtschaft & Kund\*in

- 1 Nachhaltige Präsenz & Privatkund\*innenangebote
- 2 Nachhaltige Brief- & Paketprodukte
- 3 Nachhaltige Beschaffung
- 4 Nachhaltige Governance & Compliance
- 5 Stakeholder Value

**Ausbau bank99**  
Sicherstellung landesweite Versorgung mit Bankdienstleistungen für 245.000 Kund\*innen

**Nachhaltigkeitsbericht:**  
CO<sub>2</sub>-Kennzahlen mit Reasonable Assurance bestätigt



### Umwelt & Klima

- 6 Grüne & effiziente Mobilität
- 7 Grüne & effiziente Immobilien
- 8 Ressourceneffiziente Prozesse
- 9 Kreislaufwirtschaft

**Grünes Graz:** zu 100% realisiert, CO<sub>2</sub>-freie Brief- und Paketzustellung

**PV-Anlagen:**  
3,5 Megawatt Peakleistung bisher installiert



### Mensch & Soziales

- 10 Unternehmens- & Arbeitskultur
- 11 Integriertes Diversitätsmanagement
- 12 Arbeits- & Gesundheitsschutz
- 13 Digitale Verantwortung
- 14 Gesellschaftlicher Dialog & Kooperationen

**Kulturprojekt:**  
Programm zur Verbesserung der Unternehmens- und Arbeitskultur

**Gender-Balance-Projekt:**  
Stetiger Anstieg von Frauen in Führungspositionen (aktuell: 35,1% Anteil)

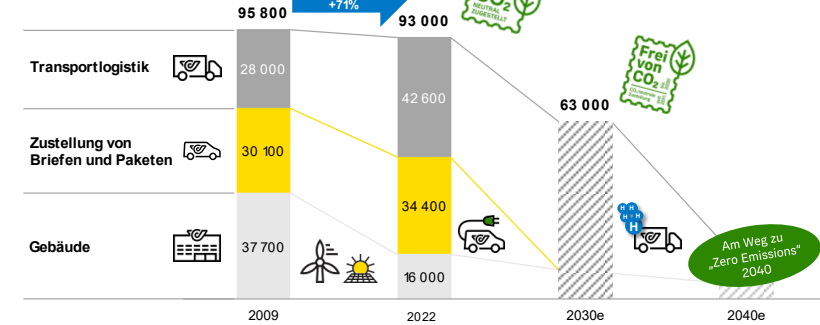


12

## ► DEKARBONISIERUNG – ROADMAP ÖSTERREICH BIS 2040



### CO<sub>2</sub>-Emissionen Österreich (Scope 1-3)



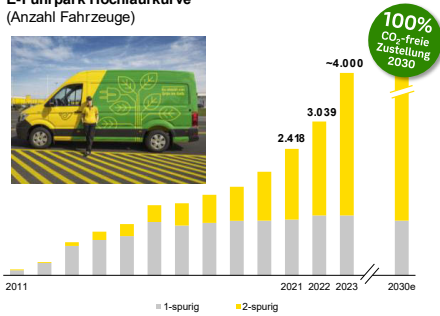
13

**VON CO<sub>2</sub>-NEUTRAL ZU CO<sub>2</sub>-FREI IN ÖSTERREICH...**



**Verein für Konsumenteninformation: „Post als Vorreiterin auf einem guten Weg“**

**E-Fuhrpark Hochlaufkurve**  
(Anzahl Fahrzeuge)



**PV Anlagen**  
(Leistung in MWp kumuliert)



14

**„GRÜNE VERPACKUNG“**  
**Wiederverwendbare Lösungen für den Paketversand**



- Pilotprojekt mit fünf kooperierenden Handelsunternehmen: dm, INTERSPAR-Onlineshop weinwelt.at, INTERSPORT, Tchibo und Thalia
- Start: 2022
- Mehrweg-Verpackungen im Test



Lebensdauer:  
5-10 Zyklen



Lebensdauer:  
10-30 Zyklen



Lebensdauer:  
50-100 Zyklen



Lebensdauer:  
100-125 Zyklen

15



## EFFIZIENTE NEUE TECHNOLOGIEN IM SCHWERVERKEHR



### Erster LNG-LKW in Betrieb

- Wichtige Übergangstechnologie bis zum CO<sub>2</sub>-freien Schwerlastverkehr
- **LNG (Liquefied Natural Gas)**, verflüssigtes Erdgas, abgekühlt auf minus 162 Grad Celsius
- Weiterer Kauf von LNG-LKW bei erfolgreichem Testbetrieb



### Wasserstoff-Kooperationen

- Zusammenarbeit von Post und OMV bei Entwicklung von Produktion, Infrastruktur und Integration von **grünem Wasserstoff**
- Breite Initiative auch für andere Interessent\*innen
- Ziel: Einsatz des 1. Post Wasserstoff-LKW bis spätestens 2023



- Mitglied des **Konsortiums H2-Mobility Austria** zur Förderung der **Wasserstoffmobilität**
- Ziel: **2.000 Wasserstoff-LKW in Österreich bis 2030**

16

## CO<sub>2</sub>-freie Zustellung in Landeshauptstädten



17



**E-MOBILITÄT**  
100% CO<sub>2</sub>-freie Zustellung bis 2030

E-Fahrzeuge in Betrieb  
**3.000**

E-Fahrzeuge 2023  
**+1.000**

**charge@home**  
Laden „zu Hause“  
Umsetzung: 2023

**GRÜNE LANDESHAUPTSTÄDTE**

**Graz**

Umsetzung

**Innsbruck**

Umsetzung **2023**

**Salzburg**

Umsetzung **2023**

**Wien**

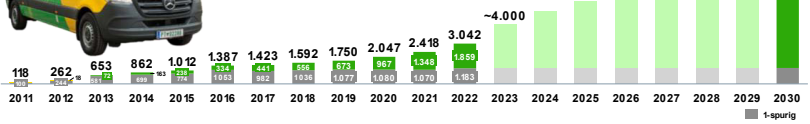
Umsetzung bis **2025**

Verbundzustellung & Grünes Paket 1220 bis Juni 2023

## E-FUHRPARK: 2022 ERSTMALS REIN ELEKTRISCHE FZG. BESCHAFFUNG IN DER ZUSTELLUNG



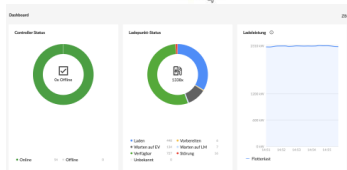
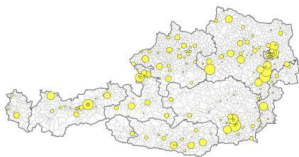
> +50% EMISSIONSFREIE KM AUF 15,5 MIO. YOY  
 > -5% BZW. -0,9 MIO. L. TREIBSTOFF YOY  
 > +44% BZW. 1,5 GWH MEHR STROM YOY



- Trotz Lieferkettenprobleme Zugänge von 600 elektrisch betriebenen Fahrzeugen in 2022.
- Weitere Maßnahmen im Bereich City-Zustellung mit Beschaffung von Sonderfahrzeugen mit größerem Ladevolumen.
- 2023 Beschaffung von 1.000 E-Fahrzeugen für Verbund und Paketzustellung.



## LADENETZWERK: MIT ENDE 2023 RUND 3.000 LADEPUNKTE IN BETRIEB



### AUSGANGSSITUATION

- Eine österreichweite Zustellung erfordert ein flächendeckendes Zustellbasen und Ladenetz.
- Operative Gegebenheiten erfordern Flexibilisierung der Lademöglichkeiten, zunehmender Anteil an DC Ladestationen.
- Service Netz für schnelle Reaktionsfähigkeit bei Störfällen notwendig.
- Positiver Effekt: Nutzungsmöglichkeit der Ladeinfra für Dienstfahrzeuge.
- Derzeit noch offene Entwicklung betreffend emissionsfreie LKW Transporte und damit ggf. zusätzliche Anforderungen an HPC Stationen.

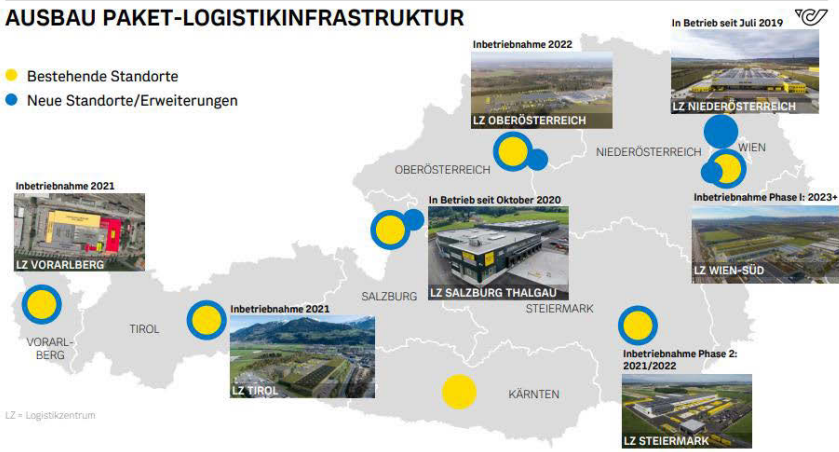


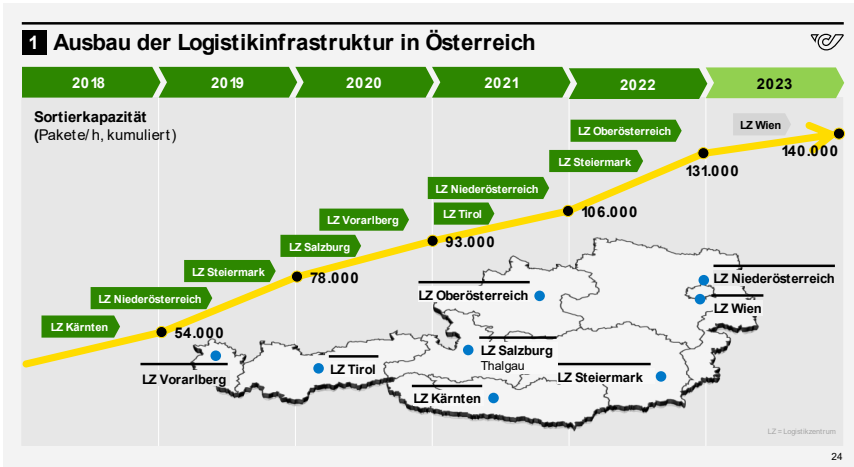
# UNSERE LOGISTIKINFRASTRUKTUR



## AUSBAU PAKET-LOGISTIKINFRASTRUKTUR

- Bestehende Standorte
- Neue Standorte/Erweiterungen





24

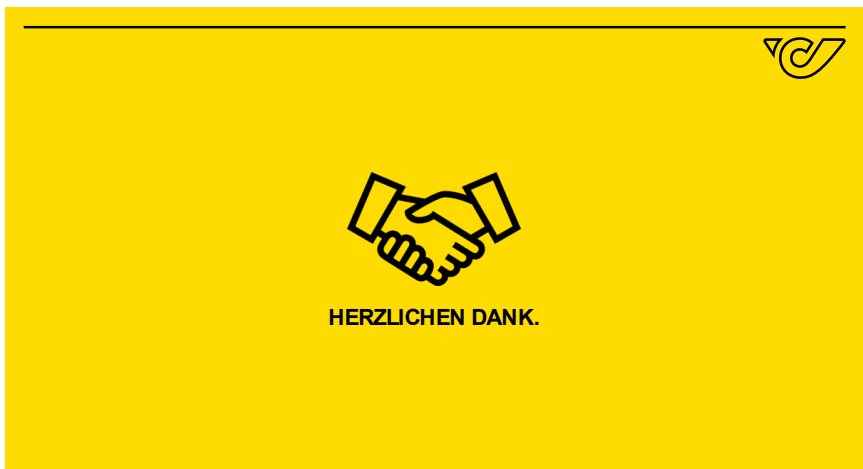
### Nachhaltigkeit bei den Standortkonzepten



#### Logistikzentren und Zustellbasen

- Photovoltaik Anlagen
- Wärmepumpen
- Pufferspeicher mit Batterie
- Kleine Vorsortieranlage in Zustellbasen
- Modularer Standardaufbau, gleich für alle Standorte
- Inklusive Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeugflotte
- Nachhaltige Konstruktion
- Viele Arbeitsplätze auch in ländlichen Gebieten

25







# **Nachhaltigkeit jenseits von Greenwashing und Greenwashing**

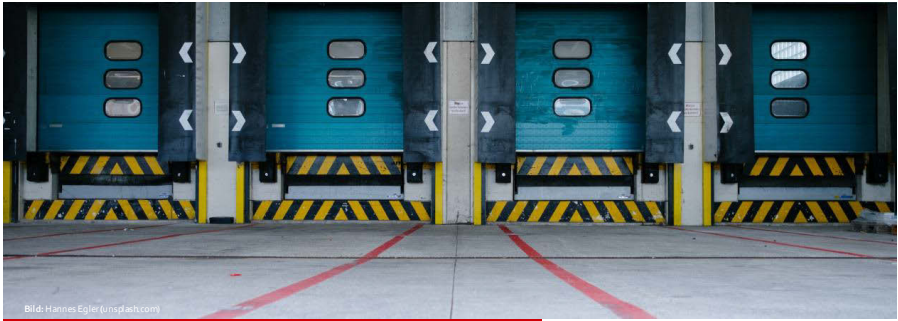
Timo Landener





## Timo Landener

- Head of Innovation Management bei Swisslog
- knapp 20 Jahre Erfahrung in der Intralogistik
- Podcast-Host „Das Gleich in Grün“



## Nachhaltigkeit jenseits von Greenwashing und Greenwashing

Impulse für die und aus der Logistik  
Timo Landener

**SWISSLOG**

1

09. Mai 2023

Logistikwerkstatt Graz

Mein Name ist Timo Landener und ich bin Head of Innovation Management bei der Swisslog und mein Thema heute lautet "Nachhaltigkeit ...". Moment...



## Nachhaltigkeit jenseits von Greenwashing und Greenwashing

Impulse für die und aus der Logistik  
Timo Landener

**SWISSLOG**

2

09. Mail 2023

Logistikwerkstatt Graz

Soooo...Besser.

Mein Thema lautet "Nachhaltigkeit jenseits von Greenwashing und Greenwashing – Wie die Logistik einen Impuls setzen kann".

Zwei Sachen vorab...

**Erstens: Nachhaltigkeit** ist ein großes Spektrum. Es geht heute nur um **klimarelevante Themen**. Mit dem Fokus auf **CO2**.

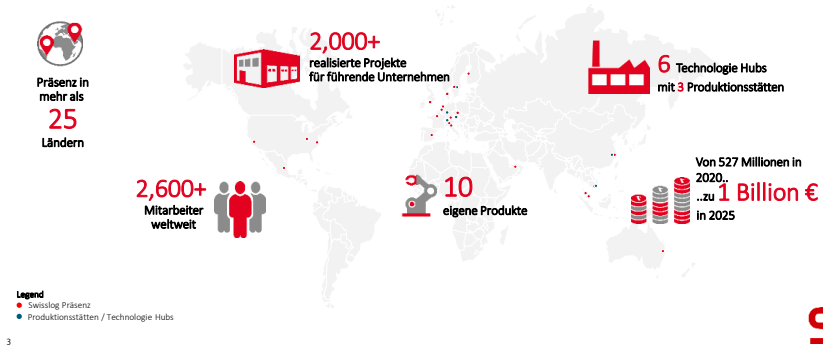
**Zweitens:** Es geht hier nicht ausschließlich um **Impulse aus der** Logistik, sondern eben auch **Impulse für die Logistik**.

Handlung ist also absolut notwendig. Und ich denke, das brauch ich niemanden mehr zu erklären.

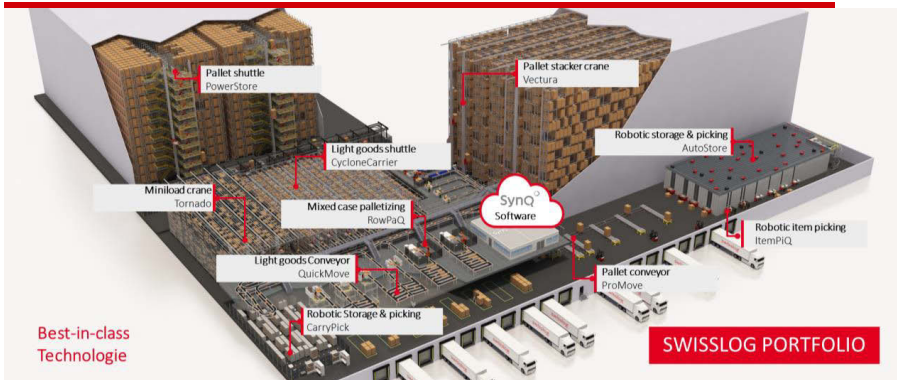
Und es scheint das Gesellschaft, Wirtschaft und letztlich Politik so langsam aus dem **Dornröschen-Schlaf** erwachen.

Wir sind aber in einer ganz speziellen Phase. In der **Greenwashing-Phase**.

## Vorstellung: Swisslog in Kürze Fakten und Zahlen

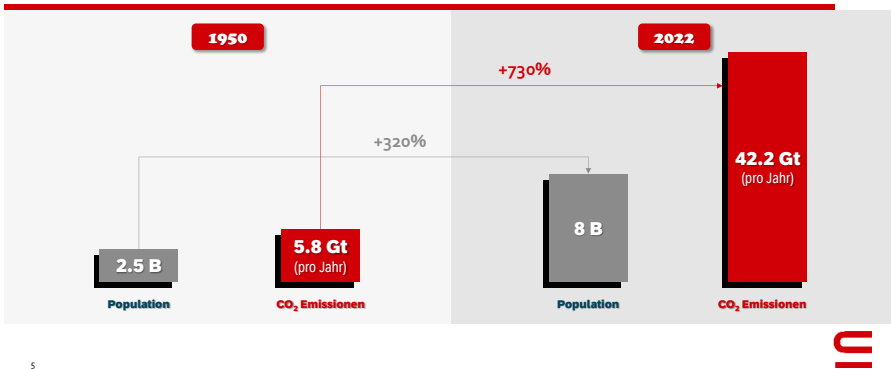


## Vorstellung: Swisslog Das Produkt- und Lösungs-Portfolio



Doch zunächst schauen wir uns mal die Gesamtsituation zum CO<sub>2</sub>-Ausstoß an.

## Die Entwicklung der letzten 70 Jahre Korrelation zwischen Bevölkerungswachstum und CO<sub>2</sub>-Emission



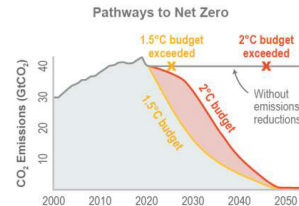
1950 sah die Welt so aus: 2,5 Milliarden Menschen / Insg. 5.8 Gigatonnen CO<sub>2</sub>.  
2022 haben wir 8 Milliarden Menschen und bei insg. 42.2 Gigatonnen CO<sub>2</sub> Ausstoß pro Jahr.

Beim Bevölkerungswachstum also ein Verhältnis von 1:3,2 und bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen ein von Verhältnis 1:7,3.

Daran erkennt man sehr vereinfacht die **Korrelation** zwischen **Bevölkerungswachstum**, (**wirtschaftlichem Wachstum**) und **CO<sub>2</sub> Emission**, die im synchronen Gleichschritt nach oben marschieren.

Und das trotz der Tatsache, dass einige **Industrieländer** Anstrengungen unternommen haben, den CO<sub>2</sub> Ausstoß zu reduzieren und das auch nachweislich getan haben.

## Der CO<sub>2</sub>-Anteil in der Atmosphäre Ist die Wanne voll, ist das 1,5° Ziel nicht erreicht



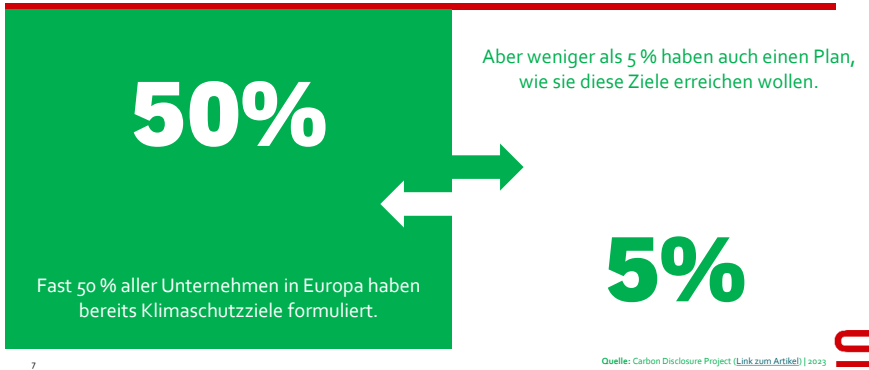
6

Das können wir aber nicht ewig so weitermachen. Aber was heißt das? Schauen wir uns die CO<sub>2</sub>-Badewanne an.

- Wir wollen auf keinen Fall, dass das Wasser über den Rand schwappt, das ist das **1,5-Grad-Ziel**.
- Wir wissen, wie viel CO<sub>2</sub> in der Badewanne ist: **430 ppm**.
- Wir wissen, wo die Grenze liegt. Der Badewannenrand.
- Wir wissen also, wie viel CO<sub>2</sub>-Budget wir (noch) übrig haben. Diese verbleibende Menge nennen wir das **CO<sub>2</sub>-Budget**:
  - Der Weltklimarat hat errechnet, dass dies im Jahr 2020 noch **420 Gt CO<sub>2</sub>** waren.
- Wir wissen auch, wie viel Wasser jedes Jahr in die Badewanne fließt. Im Jahr 2020 waren das etwa **42 Gt CO<sub>2</sub>**.
- Wir wissen auch ungefähr, wieviel CO<sub>2</sub> pro Jahr gespeichert wird (Wälder, Moore, etc.).
- 2021 haben Land & Ozean etwa **56 %** der menschlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen absorbiert, aber dieser Anteil sinkt, je mehr CO<sub>2</sub> wir ausstoßen.
- Leider wird also weniger gespeichert als jährlich in die Badewanne gefüllt wird.
- **D.h.,**
  - >> durch den zusätzlichen Ausstoß von CO<sub>2</sub> fließt mehr Wasser in die Wanne als abfließen kann, folglich steigt das Niveau.
  - >> das Wasser fließt immer in größeren Mengen pro Jahr in die Badewanne, der Pegel steigt immer schneller.
- Ändert sich dieser Wert nicht, ist der Tank **2030** voll, dann haben wir das CO<sub>2</sub>-Budget für das 1,5-Grad-Ziel aufgebraucht.
- **Normalerweise handeln wir so, dass wenn die Badewanne überzulaufen droht, dann drehen wir zuerst den Wasserhahn zu, bevor wir den Boden aufwischen.**
  - **Was wir aber aktuell machen ist: wir produzieren mehr Handtücher.**
- Auf der rechten Seite erkennt ihr den notwendigen zeitlichen Verlauf der Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Leider sehen wir das nicht in den CO<sub>2</sub>-Messungen. Diese steigern immer noch an.

- Endlicher Planet mit Grenzen (Badewanne):
  - Wenn der Kuchen nicht größer werden kann, stellt sich automatisch die Frage, wie er zu verteilen ist.
  - Umweltfragen sind immer Verteilungsfragen. Und Verteilungsfragen sind immer Gerechtigkeitsfragen.

## Das grundsätzliche Versprechen... ...und die Realität (Die Greenwashing-Phase)



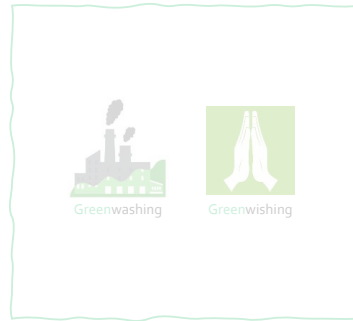
Bei all dem Handlungsdrang, beschäftigt mich folgendes...

- Fast 50 % aller Unternehmen in Europa haben bereits Klimaschutzziele formuliert.
- Aber weniger als 5 % haben auch einen Plan, wie sie diese Ziele erreichen wollen.
- Wie kommt es zu einer so großen Diskrepanz? Darauf gibt es ein paar Antworten. Zwei essenzielle möchte ich nun vorstellen...

## Die Kluft zwischen Anspruch und Wirklichkeit CO<sub>2</sub> Kompensation + Greenwashing & Greenwashing



Bild: Ron Barrett | 2009



Die CO<sub>2</sub> Kompensation, auch Carbon Offsetting genannt, und das titelgebende Greenwashing und Greenwishing.  
Doch fangen wir zunächst mit dem Offsetting an.



## Impuls 1: Vorsicht bei der CO<sub>2</sub> Kompensation Der Ablasshandel der Neuzeit



Bild: Marita Kavelarj (unsplash.com)

CO<sub>2</sub> Kompensationen sind von der Idee her grundsätzlich gut, aber...



Keine Bäume fällen...  
...in Naturschutzgebieten.

Quelle: ecofitness.com (Link zum Artikel) | 2022



Bäume pflanzen...  
...in Wüsten.

Quelle: Washington Post (Link zum Artikel) | 2022



Bäume pflanzen...  
...wo erst umgesiedelt werden muss.

Quelle: Oakland Institute (Link zum Artikel) | 2019

...wer kompensiert (und in vielen Fällen auch noch ohne Effekt) **reduziert nicht**.



Von der **Idee** her sind CO<sub>2</sub> Kompensationen **eine tolle Sache**.

Für CO<sub>2</sub> Emissionen, die sich auch teilweise Stand heute nicht vermeiden lassen (**hard-to-abate**), kann ich für einen Ausgleich sorgen und Geld für etwas Gutes ausgeben...

Das berühmteste Offsetting-Konzept ist hierbei: **Bäume pflanzen**. Es gibt natürlich noch mehr. Und versteht mich nicht falsch: Es ist absolut nicht verkehrt Bäume zu pflanzen.

### ABER

Der Kompensations-Markt ist absolut **nicht reguliert**, und vor allem **nicht überwacht**. Mal abgesehen davon, dass Bäume erst nach Jahren CO<sub>2</sub> speichern (nämlich dann, wenn sie eine gewisse Größe haben),

- gibt es „Verkäufer“, die Kompensationsmöglichkeiten anbieten, dass in **Naturschutzgebieten** keine Bäume gefällt werden Und das ist irrsinnig, weil eh keine Bäume gefällt werden dürfen in Naturschutzgebieten.
- Oder Bäume werden in **Wüsten** gepflanzt, was möglich wäre, aber Untersuchungen haben gezeigt, dass die nach einem Jahr wieder abgestorben sind.
- Oder Bäume werden gepflanzt, wo vorher kleine Bauernschaften umgesiedelt werden mussten.

Nicht, dass hier ein falscher Eindruck entsteht. Es gibt natürlich auch gute Kompensationsmöglichkeiten.

Studien ergaben, dass **eher** auf **Kompensationen** statt auf **Emissionsreduzierungen** gesetzt wird.

Also „Impuls 1“: Vorsicht bei der CO<sub>2</sub> Kompensation. Genau hinschauen.



## Die Kluft zwischen Anspruch und Wirklichkeit CO<sub>2</sub> Kompensation + Greenwashing & Greenwishing



Bild: Ron Barrett | 2009



Wir wollen uns aber nun dem Thema „Greenwashing“ widmen.

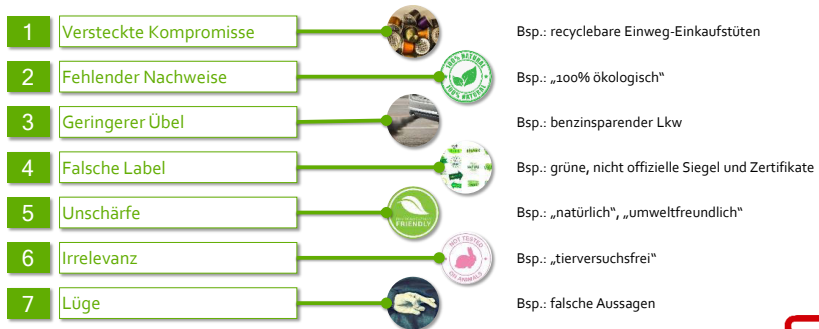
Was also ist Greenwashing und was ist Greenwishing?

**Greenwashing** ist die **Vermittlung eines falschen Eindrucks** oder **irreführender Informationen** darüber, wie **umweltfreundlich die Produkte** eines Unternehmens sind.

**Greenwishing** trägt dem Umstand Rechnung, dass trotz **guter Absichten nicht jede Handlung einen Klimaschutzeffekt hat** aufgrund von Täuschung (s. Kompensationsbeispiele) und/oder fehlendem Wissen.

## Was ist Greenwashing und Greenwishing?

### Die 7 Sünden des Greenwashing



12

Quelle: biomagazin.de ([Link zum Artikel](#)) | 2021

Man kann unter Greenwashing / Greenwishing die folgenden 7 Sünden subsumieren:

- **Versteckte Kompromisse:** Beispiel: Als besonders recycelbar beworbene **Einweg-Kaffeekapseln** aus **Aluminium**. Denn das lenkt vom eigentlichen Problem ab. Aluminium wird aus **Bauxit** gewonnen, bei dessen **Abbau hochgiftiger Rotschlamm** entsteht, der auf Deponien zurückbleibt und das örtliche Grundwasser vergiftet.
- **Fehlende Nachweise:** Wird mit dem Claim „**100 % ökologisch**“ geworben, aber keine Prüfinstitute genannt, dann ist die Aussage letztlich haltlos.
- **Geringerer Übel:** Ein klassisches Beispiel ist der „**benzinsparende**“ Lkw. Durch die Vermittlung einer Ersparnis erscheint uns ein solches Fahrzeug attraktiver, obwohl auch hier gewöhnliches Benzin auf Mineralölbasis getankt wird.
- **Falsche Label:** Falsche Etiketten, die so aussehen wie offizielle **Siegel** und **Zertifikate**, um uns den Eindruck zu erwecken, dass Werbeaussagen von Dritten überprüft wurden.
- **Unschärfe:** Begriffe wie „natürlich“, „umweltfreundlich“, „nachhaltig“, die nicht greifbar sind und suggerieren sollen.
- **Irrelevanz:** Aussagen, die das Produkt aufzuwerten scheinen, aber auf Selbstverständlichkeiten beruhen. „Tierversuchsfrei“ ist ein Beispiel Tierversuche für neue Produkte seit 2009 EU-weit verboten.
- **Lüge:** Die klassische Lüge. Entgegen der landläufigen Meinung sind Lügen jedoch vergleichsweise selten.

## Impuls 3: Greenwashing ist kein USP mehr! Beispiele von Greenwashing



Quelle: The Guardian ([Link zum Artikel](#)) | 2023



Quelle: Forbes ([Link zum Artikel](#)) | 2022



Quelle: bbc.com ([Link zum Artikel](#)) | 2022



### 3 Beispiele:

- **Lufthansa:**

Eine Werbekampagne von Lufthansa, die behauptete, ihre grünen Initiativen würden die Welt schützen, wurde von der **britischen Werbeaufsicht ASA** verboten, die entschied, dass sie die Verbraucher über die Umweltauswirkungen des Fliegens irreführte.

- **H&M:**

H&M verwendete ein **Scorecard-System**, um Kunden über die Umweltverträglichkeit jedes Produkts zu informieren. Aber mehr als die Hälfte der Scorecards stellten Produkte als umweltfreundlicher dar, als sie tatsächlich waren.

- **Oatly:**

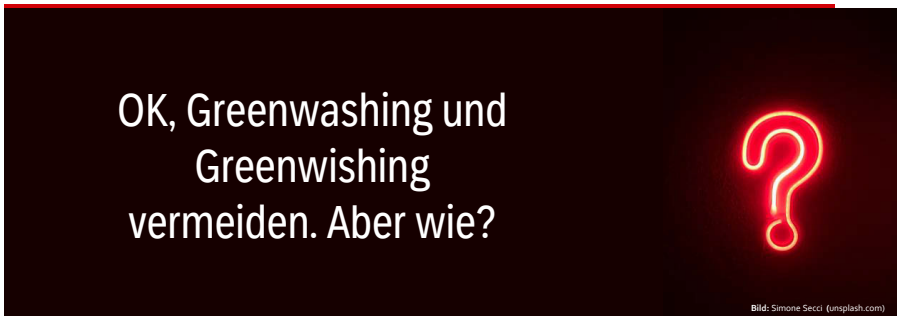
Wegen irreführender Aussagen musste Oatly Werbung zurückziehen. „Die Milch- und Fleischindustrie emittieren mehr CO<sub>2</sub> als alle Flugzeuge, Züge, Autos, Boote usw. der Welt zusammen“. Pauschalisierte Aussagen.

Greenwashing ist kein USP mehr. Jeder macht das.

Und es wird in Zukunft mehr NGOs und Privatpersonen geben, die Greenwashing aufdecken.

Deswegen „**Impuls 3**“: Vermeidet Greenwashing. Denn diese Ära neigt sich dem Ende zu.

Die zentrale Fragestellung...

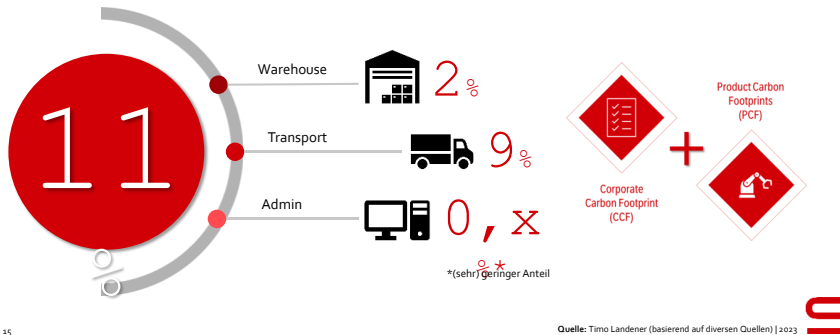


14

Die zentrale Fragestellung lautet nun: OK, Greenwashing und Greenwishing vermeiden. Aber wie?

Was wir zunächst brauchen, ist **Wissen** und **Transparenz!**

## Impuls 4: Messen, Messen, Messen Der CO<sub>2</sub>-Anteil der Logistik



15

Wie sieht eigentlich der CO<sub>2</sub>-Anteil der Logistik aus? Ganz ehrlich: **Ich weiß es nicht genau.**

Es gibt **keine** einheitlich untersuchte Zahl, sei es absolut oder prozentual, die den CO<sub>2</sub>-Anteil der Logistik ausdrückt.

Aus diversen Quellen, die ich ausgewertet habe, habe ich den Wert **11 %** abgeleitet. Für die gesamte Logistik im Rahmen der Lieferketten kann man wahrscheinlich ein Wert zwischen **10 und 13 %** annehmen.

Die 11 % lassen sich grob aufteilen in **9% Transport** und **2% Intralogistik**.

Die Admin-Emissionen für Datentransfers und Management-Systeme lasse ich mal weg. Die sind verschwindend gering.

Die 9 % sind im Grunde schon wenig evaluierter. Die 2 % Warehousing sind grob geschätzt. Hier stehen wir noch ganz am Anfang.

Schätzungen sind ja im Grunde auch kein schlechter Startpunkt, und teilweise reicht eine Schätzung ja auch.

Im speziellen fehlen uns **Primärdaten**.

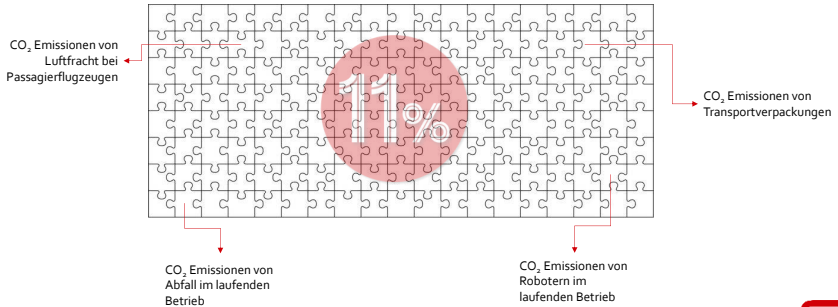
„**Impuls 4**“: Messen, Messen, Messen.

Der **Corporate Carbon Footprint (CCF)** und der **Product Carbon Footprint (PCF)**.

- Der CCF ist Teil der Ökobilanz und damit des **Nachhaltigkeitsberichts**. D.h., er ist regulatorisch verpflichtend. Und das ab 2024. Stichwort CSRD.
- Der PCF kann für Unternehmen besonders wichtig sein, da immer mehr Verbraucher über die Klimaauswirkungen der Produkte, die sie kaufen möchten, informiert werden wollen. Ein PCF enthält alle CO<sub>2</sub>-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines bestimmten Produkts.

## Das Puzzle muss weiter vervollständigt werden

### Der CO<sub>2</sub>-Anteil der Logistik



16



Umso mehr Primärdaten über alle logistischen Aktivitäten wir sammeln, desto besser können wir das Puzzle zusammensetzen.

Aktuell kennen wir nur um in der Analogie zu bleiben die Größe des Puzzles: 11 %. Die Anzahl der Puzzlestücke und deren Größen kennen wir nicht alle, nur einen kleinen Teil.

Insofern ist es unsere Aufgabe dieses Puzzle weiter zu vervollständigen.



## Impuls 5: Radikale Transparenz

Raus aus der Greenwash-Falle, rein in die Transparenz (PCF/CCF)

Sources of emissions	1 CO <sub>2</sub>	%
<b>Scope 1</b>	<b>2.93</b>	<b>15</b>
Direct emissions from company facilities	2.93	15
Refrigerant leakage	2.93	15
<b>Scope 2</b>	<b>142.71</b>	<b>73.5</b>
Purchased heating, steam and cooling for own use	14.43	58.9
Heat purchased	16.43	68.8
Purchased electricity for own use <sup>1</sup>	218.29	14.6
Electricity generation	20.29	14.6
<b>Scope 3</b>	<b>48.62</b>	<b>25.0</b>
Use of and energy-related activities	27.80	14.3
Upstream emissions fuel	16.58	10.1
Upstream emissions electricity	8.22	4.2
Employee commuting	10.58	8.2
Employee commuting	10.58	8.2
Business travel	4.84	2.5
Rent and private vehicles	4.84	2.5
<b>Overall results</b>	<b>194.27</b>	<b>100.0</b>

<sup>1</sup> This emission was calculated using the market based method. Applying the location-based method instead results in emissions of 24.87 CO<sub>2</sub>e.

Um aus der **Greenwashing-Falle** rauszukommen, brauchen wir neben dem Wissen **radikale Transparenz** („Impuls 5“).

Oatly druckt den ermittelten CO<sub>2</sub>-Fußabdruck auf die Verpackung ihrer Produkte. Da fehlt noch der Kontext. Aber wir brauchen genau das.

Also mehr messen!!!

Und zusätzlich sollten und müssen wir die Fußabdrücke öffentlich zugänglich machen. Für jeden. Nicht nur im Kontext einer Kunden-Lieferanten-Beziehung.

## Der CO<sub>2</sub>-Anteil der Logistik wird wachsen Und auch der Stellenwert der Logistik

### Prognose:

Dieser Wert wird wachsen!



18

Warum ist das so wichtig? Schauen wir ein bisschen in die Zukunft.

Meine These ist: **Der prozentuale Wert an den Gesamt-Emissionen wird für die Logistik steigen. Ergo die Wichtigkeit der Logistik im Hinblick auf Klimaschutzziele.**

- Einerseits wegen dem Anstieg der **Sendungen**. Hier die Grafik des Anstiegs der Paketsendungen für Deutschland. Das gilt aber auch weltweit. Wir können derzeit nicht davon ausgehen, dass diese Quoten zurückgehen werden.
- Und andererseits wegen der im **European Green Deal verankerten Circular Economy**. Diese wird per se Auswirkungen auf die Paketsendungen haben. Denken Sie an Reparaturen. Aber hinter der Circular Economy verbirgt sich auch eine **mathematische Relation**.
- Gehen wir von der **Utopie** aus, dass die **EU im Jahre 2050 die Circular Economy vollumfänglich** eingeführt hat.
- Simplifiziert bedeutet das, dass der Input- und der Output-Stream in eine lineare Wirtschaft, also die Materialextraktion aus der Erde am Anfang und der Abfall am Ende des Wirtschaftens, nicht mehr existieren. Denn wir nutzen zu 100 % das, was bereits da ist.
- Und das wiederum bedeutet, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Extrahieren (Mining), dem Produzieren und vor allem dem Entsorgen massiv zurückgehen werden.
- Einerseits steigt nun der prozentuale Anteil der Logistik an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund steigendem Sendungsaufkommen und andererseits dadurch, weil schlichtweg andere Bereiche entfallen.

## Kein einzelnes Unternehmen ist die gesamte Wertschöpfungskette Größtmögliche Wirkung durch Zusammenarbeit



19

Unter dieser Annahme müssen wir uns zum Abschluss die Lieferkette im Zusammenhang mit CO2 Emissionen anschauen.

Ich habe hier das Beispiel H&M gewählt, einzig und allein aus dem Grund, weil ich H&M bereits erwähnt hatte und die Lieferkette eines Fashion-Händlers sehr einfach vor- und darstellbar ist. Die Lieferkette sieht grob so aus:

- Baumwollplantage >> Baumwollfabrik >> Modefabrik >> Warehousing (Distribution) >> Mode-Einzelhandel >> Mode Spende >> Mode-Müll.

Es gibt kaum ein Unternehmen, was die Lieferkette vollumfänglich im Blick hat. Meistens sieht es so aus.

Kein einzelnes Unternehmen ist die gesamte Wertschöpfungskette  
Größtmögliche Wirkung durch Zusammenarbeit



20

Das Interessante ist, dass für jeden Beteiligten der Lieferkette folgendes gilt: **Scope 3 Emissionen sind am größten.**

Kein einzelnes Unternehmen ist die gesamte Wertschöpfungskette  
Größtmögliche Wirkung durch Zusammenarbeit



21

Egal, welchen Beteiligten wir uns anschauen, es scheint das gleiche zu gelten. Scope 3 Emissionen sind immer am größten.

Daraus lässt sich ableiten: dass die **Wirksamkeit der Maßnahmen steigt**, desto mehr entlang der Lieferkette geschaut wird.

Aber auf der anderen Seite wiederum der **Einfluss des Unternehmens sinkt** je weiter man in die Kette reinght.

Kein einzelnes Unternehmen ist die gesamte Wertschöpfungskette  
Größtmögliche Wirkung durch Zusammenarbeit

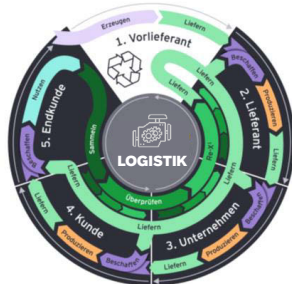


22

Daraus ergibt sich doch folgende Feststellung: Wenn eine größtmögliche Wirkung erzielt werden soll, dann kann man das nur durch Kollaboration schaffen.  
Das geht gar nicht anders.  
Wir brauchen also: **Ecosysteme!!!**  
Das ist etwas, was mir persönlich viel zu selten passiert.  
Hier also der ultimative **Impulsaufruf** aus der Logistik:

## Impuls 6: Ecosysteme aufbauen

### Die Logistik ist der Motor der Circular Economy



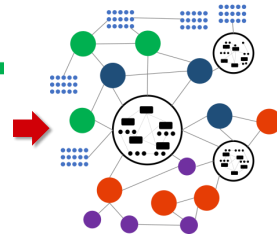
Quelle: Ernst & Young (Link zum Artikel) | 2022

33

Eine typische vertikale Lieferkette eines Unternehmens



Das Ecosystem für Innovation & Transformation



Quelle: ideatovalue.com (Link zum Artikel) | 2022



„Impuls 6“: Baut Ecosysteme auf.

Die Logistik hat eine einmalige Chance hier vorwegzugehen.

Ich habe es bereits angedeutet. Die Circular Economy wird den Stellenwert der Logistik verändern.

Raus aus dem margengetriebenen Schattendasein, rein ins Spotlight.

Die Wertschöpfung findet in den Köpfen fälschlicherweise nur dort statt, wo produziert, wo etwas zusammengebaut und mit den Händen geschaffen wird.

**Wir blenden den Transport von Dingen vollkommen aus.** Dabei ist es eine **Daseinsvorsorge**. Unser **Wohlstand** fußt darauf, dass wir Waren und Personen von A nach B bringen können.

Die Logistik wird eine ganz entscheidende Rolle im Rahmen der Circular Economy bekommen. Wenn die lineare Wirtschaft zum Kreis wird, müssen Supply Chain Modelle neu angepasst werden. Ganz automatisch werden sich Lieferketten dann verändern.

Die Logistik wird Dreh- und Angelpunkt künftiger Geschäftsmodelle und ist aufgefordert dieser Verantwortung gerecht zu werden.

**Die Logistik ist im Grunde der Motor der Circular Economy.**

Ich kann das aktuell nicht quantifizieren. Bisher habe ich auch noch keine Untersuchung gesehen, die analysiert hätte, welches ökonomische Potenzial für die Logistik die Circular Economy hat.

Also: Kollaboriert, kooperiert, mit Suppliern, Kunden, Start-Ups, ja sogar mit dem Wettbewerb. Innoviert über diese Ecosysteme. Open Innovation. Technologisch, prozessual, ggf. auch im Rahmen einer Sinnfrage...

Nur so geht es.

## Fazit: Nachhaltigkeit (Klima) jenseits von Greenwashing/-wishing Impulse für die und aus der Logistik



### Impuls: Messen

*Nur wer sein Ziel kennt, findet den Weg. Wer zudem den Start kennt, hat bereits die Route.*

- Zahlen, Daten, Fakten
- Mehr Primärdaten
- Emissions- / Okobilanz
- CCF / PCF



### Impuls: Machen

*Wege entstehen dadurch, dass man sie geht.*

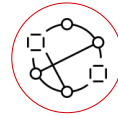
- Klimabewusstes Handeln
- Vermeiden und Reduzieren
- Kompensieren
  - Vorsicht beim Offsetting!!!
  - Vorschlag: **insetting**



### Impuls: Transparenz

*Sharing is caring.*

- Radikale Transparenz
- Authentizität
- Klare Kommunikation
  - Kein Greenwashing!!!



### Impuls: Ecosystem

*Kollaboration ist die eigentliche Hauptarchitektur der Evolution.*

- Kollaboration / Partnerschaft
- Open Innovation
- What If / Why Not

24



Kommen wir zum Fazit.

Die Greenwashing-Ära neigt sich dem Ende zu. Greenwashing ist kein USP mehr.

Was wir brauchen:

- Erstens: Messen!
  - ZDF, Primärdaten, Bilanzen, CCF und PCF
- Zweitens: Machen!
  - Nicht erst warten bis gemessen wurde und dann Ziele definieren
  - Klimabewusstes Handeln
  - Vermeiden, Reduzieren und wenn es nicht anders geht Kompensieren.
  - Aber Obacht bei der Kompensation
- Drittens: Transparenz!
  - Und zwar radikal und authentisch.
  - Klare Kommunikation und kein Greenwashing mehr.
- Und zu guter Letzt: Der Impuls aus der Logistik >> Ecosysteme
  - Kollaboration und Partnerschaften
  - Open Innovation
  - Und immer wieder hierbei die Frage stellen: What if und Why not.

**SWISSELOG**

# Vielen Dank

---

**Kontakt**

Timo Landener

Head of Innovation Management

[timo.landener@swisslog.com](mailto:timo.landener@swisslog.com)

Mobil: +49 1515 8036319

**Hörtipp!**Kontaktiert mich über LinkedIn, E-Mail,  
Mobil oder spricht mich einfach an.

25

Wer etwas für die Umwelt tun will, sollte eben nachhaltig konsumieren. Das ist nichts weiter als die Privatisierung des Umweltschutzes.







# Nachhaltige Logistikhallen 2023

Domenik Pfeifer



Dr.  
**Dominik Pfeifer**

- Teamleiter Nachhaltigkeit bei der GOLDBECK RHOMBERG GmbH

10.05.2023

# Nachhaltige Logistikhallen 2023

Verein Netzwerk Logistik – „Logistik Werkstatt Graz“  
Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)



AGENDA



1. Einleitung & Fragestellungen
2. Unternehmen – Über uns
3. Unser Nachhaltigkeitsverständnis
4. Nachhaltige Logistikhallen 2023
5. Fazit
6. Ansprechpartner

## Fragenstellungen

Was bedeutet der Begriff Nachhaltigkeit im Zusammenhang von Logistikhallen?

Wie haben sich die Nachhaltigkeitsanforderungen im Logistikbereich verändert (Früher zu Heute)?

Welche Rahmenbedingungen für eine Nachhaltige Logistikhalle muss ich beachten?

Welcher Mehrwert ergibt sich mit einer Nachhaltigen Logistikhalle?

Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit bei Logistikhallen ein Widerspruch?

3 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeffer (MSc.)

## Über uns

**GOLDBECK RHOMBERG** (Gründung 2001)

- GOLDBECK RHOMBERG GmbH (Österreich)
- GOLDBECK RHOMBERG AG (Schweiz)
- GOLDBECK RHOMBERG (FL) AG (Liechtenstein)

**GESCHÄFTSFÜHRUNG** v.l.n.r.

- Michael Schmid
- Georg Vallaster
- Kurt Mayer



4 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeffer (MSc.)



\*GOLDBECK RHOMBERG Geschäftsjahr 2022/2023

## ZUKUNFTSWEISENDE GEWERBE-IMMOBILIEN AUS EINER HAND

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hallen</li> <li>• Logistikhallen</li> <li>• Kühlhallen</li> <li>• Produktionshallen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bürogebäude</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parkhäuser</li> </ul>



## ...UND ENTLANG DES GESAMTEN LEBENSZYKLUS

- Einzigartig lückenlos: von der ersten Idee über die Realisierung bis zur
- Produktansatz stellt Kundennutzen in den Fokus: individuelle Beratung, maßgeschneiderte Planung, schlüsselfertige Lieferung
- Fachplaner & Experten aller relevanten Fachgebiete im Haus
- Eigene Produktion zur industriellen Vorfertigung wesentlicher Bauelemente
- Lebenszyklus-übergreifend voneinander lernen & kontinuierlich verbessern



10.05.2023

# Grundlagen unseres nachhaltigkeitsverständnis



## Ergebnisse der GOLDBECK Rhomberg-Wesentlichkeitsanalyse

Ein wesentlicher Ansatz bei der Bewertung der einzelnen Nachhaltigkeitsthemen waren die potenziellen positiven und negativen Auswirkungen, die GOLDBECK RHOMBERG auf die Umwelt und die Gesellschaft haben könnte.

Drei Themen wurden aufgrund der großen potenziellen Auswirkungen als besonders relevant für unser Geschäft angesehen:

1. **Energie und Emissionen**
2. **Materialien und Kreislaufwirtschaft**
3. **Nachhaltiger Produktlebenszyklus**

Eine Reihe weiterer Schlüsselthemen wurde identifiziert:

1. **Diversität und Chancengleichheit**
2. **Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz**
3. **Mitarbeiterentwicklung**
4. **Soziale und ökologische Anforderungen an Lieferanten und Subunternehmer**

9 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)



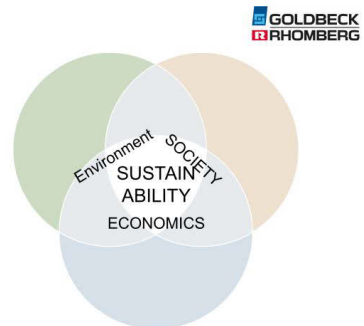
## Was hat Nachhaltigkeit mit ESG zu tun?

Der ursprüngliche **Nachhaltigkeitsansatz** (Wirtschaft, Umwelt, Gesellschaft, manchmal auch Profit, Planet, People genannt) bietet einen **grundlegenden Ansatz, um Nachhaltigkeit** in die Unternehmensführung **zu integrieren**

Er ist jedoch noch **nicht spezifisch genug, um daraus Ziele und Maßnahmen abzuleiten**

Der **ESG-Ansatz** (Environment, Social, Governance) wurde **zu diesem Zweck entwickelt und legt spezifische Kriterien und KPIs fest, die folgende Vorteile** haben:

- Unternehmen können ihre **Nachhaltigkeitsleistung messen und verbessern**
- Dies kann durch **ESG-Ratings unabhängig überprüft** werden
- Das wiederum führt zu **mehr Transparenz und Vergleichbarkeit** zwischen Unternehmen und **reduziert das Risiko von Greenwashing**





# Der GOLDBECK Rhomberg- Nachhaltigkeitskompass

Wir übernehmen **Verantwortung** für unser Handeln sowohl auf **Unternehmens-** als auch auf **Produktebene** und tun dies im Hinblick auf **ökologische und soziale Nachhaltigkeit**.

Die **wirtschaftliche Leistungsfähigkeit** ist Voraussetzung für uns als gesundes und nachhaltiges Unternehmen

Dies **spiegelt sich** in unserem **Handeln**, unseren **Werten** und unserem Verständnis einer **guten Unternehmensführung** wider.

11 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)



10.05.2023

## Nachhaltige Logistikhallen 2023

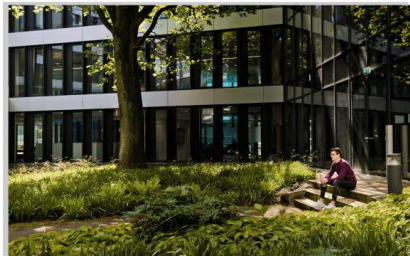
## Logistik Hallen Früher

- Kurzfristige Betrachtung der Immobilie (Bauphase bzw. Investition)
- Keine Gesamtbetrachtung des Lebenszyklus (Rückbau)
- Anforderungen der Hallen Temperierung war meist Frostfreihaltung (Betrieb)
- Gesetzliche Vorgaben (Arbeitnehmerschutz) verlangten temperierte Hallen
- Untergeordnete Relevanz der Betriebsführung mit erneuerbaren Energien (Nachhaltigkeit)
- Aspekte der Biodiversität (Bepflanzungen) waren nicht im Fokus

13 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (M.Sc.)

## Nachhaltige Gebäude HEUTE

Perspektive Zukunft:  
heute für morgen bauen



**Emissionsarme Baustoffe**  
Schadstoffarme Materialien zum Schutz der Menschen, Tiere und Natur

**Ökosystem fördern**  
Mit durchdachten Begleitmaßnahmen fördern wir Flora und Fauna

**CO<sub>2</sub>-Fußabdruck kompensieren**  
Konzepte für CO<sub>2</sub>-neutrale Nutzung und Kompensationsangebote

**Lebenszyklusübergreifend denken**  
Nachhaltig von der Planung, über den Bau und Betrieb bis zum Rückbau

**Passgenau und integral Planen**  
Internes Expertenteam für Nachhaltigkeit

**Ressourcenschonung/ Rückbau- und Recyclingfähigkeit**  
Sicherstellung leichter Trennung der Baustoffe/ recyclingfähige Bauteile

**Nachhaltigkeit zertifizieren**  
Green-Building-Zertifizierungen z. B. nach DGNB, LEED oder BREEAM



# Nachhaltige Hallen

„Es geht darum, den Blick von einer kurzfristigen Wahrnehmung auf langfristige Zusammenhänge zu lenken.“

Quelle: GOLDBECK Homepage

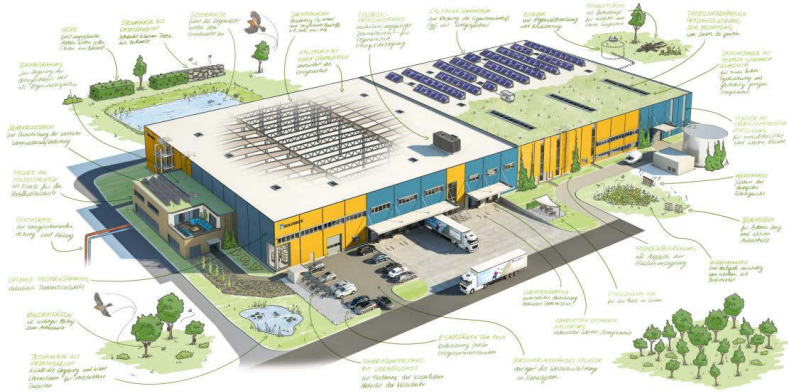
„LOGISTIKNEUBAUTEN SOLLEN CO<sub>2</sub>-NEUTRAL SEIN“

„CO<sub>2</sub>-BILANZ ALS MEILENSTEIN AUF DEM WEG IN DIE KLIMANEUTRALITÄT“

Quelle: Logix Klimabilanz 2020



## Möglichkeiten für Nachhaltige Hallen



## Unser GOLDBECK Rhomberg Nachhaltigkeitskonzept für Sie:



**Energie-Konzept**

**Nachhaltigkeits-Zertifizierung**

**Monitoring-Konzept**

- Optimierung des Energiebedarfes und der Nutzung erneuerbarer Energien
- Lebenszyklusbetrachtung und Kompensation einmaliger CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Erfassung und Visualisierung der Energiemengen inclusive CO<sub>2</sub>-Bilanz
- Entscheidungshilfe für Ihren Energie- und Materialeinkauf

## Nachhaltigkeitsmaßnahmen für Ihr Gebäude

→ Positive Auswirkungen für das Klima und Ihre Mitarbeiter!



Mit Nachhaltigkeitsmaßnahmen reduzieren Sie den CO<sub>2</sub>-Ausstoß und senken die Energiekosten Ihres Gebäudes – wenn gewünscht auch mit Zertifikat und unter Inanspruchnahme staatlicher Zuschüsse!



Auch Maßnahmen ohne messbare CO<sub>2</sub>-Reduktion leisten einen ökologisch sinnvollen Beitrag für Flora und Fauna im Umfeld Ihres Gebäudes und wirken sich nachhaltig positiv auf den Arbeitsalltag Ihrer Beschäftigten aus!

## GREEN BuILDING Zertifizierungen

- Green Buildings sind Gebäude, die unter dem **Leitgedanken der Nachhaltigkeit** entwickelt wurden
- Der **gesamte Lebenszyklus** des Gebäudes wird betrachtet: Planung – Konstruktion – Nutzung – Rückbau
- Green Building Bewertungsmodelle werden von **Non-Profit-Organisationen** angeboten
- Erwerb einer Zertifizierung erfolgt auf **freiwilliger Basis**
- Vorteile**
  - Renditesteigerungen/ höhere Vermarktungschancen
  - Ressourceneffizienz im Bereich Energie, Wasser und Material
  - Geringere Betriebs- und Unterhaltskosten
  - Deutliche Reduzierung der Belastung auf Umwelt **und Gesundheit**
  - Gesteigerter Nutzerkomfort

19 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (M.Sc.)



**DGNB**

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen  
German Sustainable Building Council

**BREEAM®**



**Bewertungssystem  
Nachhaltiges Bauen**



### GOLDBECK DGNB Mehrfachzertifikate

- Die von uns angebotenen Bürogebäude, Logistikhallen und Produktionshallen besitzen das DGNB-Mehrfachzertifikat mit der Auszeichnung „Gold“.
- Die Mehrfachzertifizierung bildet ein **Basiszertifikat** für den grundlegenden Standard, den alle Bauwerke im GOLDBECK-Bausystem erfüllen.
- Dementsprechend kann auch eine wirtschaftliche Zertifizierungsablauf gewährleistet werden

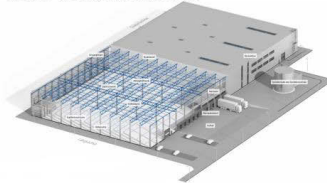


20 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (M.Sc.)

## Was bedeutet Nachhaltigkeit in der Praxis?

### Unsere Basis Rahmenbedingungen:

- Systematisierte Bauweise als ganzheitliche Basis (LEAN Office, Produktion und Construction)
- Serielle Optimierung auf Bauteilebene
- Hoher Vorfertigungsgrad mit reduzierter Verschwendung
- Integrale Planung und Realisierung

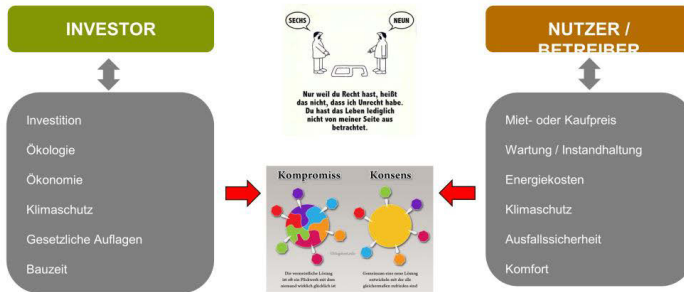


### Nachhaltigkeitsschwerpunkte:



21 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)

## Perspektiven



22 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)

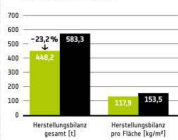
## Optimierte Bauteile

- Systemelemente werden optimal auf ihren Einsatzzweck ausgelegt
- Optimale Umgebungsbedingungen in unseren Werken
- Deutlich filigraneres Bauen als mit Ortbeton bei identischer Funktionalität

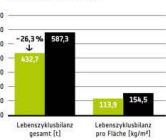


Wie viel CO<sub>2</sub> spart GOLDBECK beim Bau eines durchschnittlichen Bürogebäude im Vergleich zu einer konventionellen Bauweise ein?

**Herstellungsbilanz**  
CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Bauweise



**Herstellungs- und Rückbaubilanz**  
CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Bauweise



## Emissionsarme Baustoffe

- Schadstoffbelastete Baustoffe belasten Boden, Luft und Wasser und gefährden Menschen, Tiere und Natur.
- Gebäudehüllen werden aus Gründen der Energieeffizienz zunehmend dichter hergestellt und damit der natürliche Luftaustausch reduziert.
- Auswahl der Baustoffe ist entscheidend, um ein gesundes Innenraumklima zu schaffen.
- Im Rahmen von Gebäudezertifizierungen stellt GOLDBECK sicher, dass nur emissionsarme Baustoffe in der höchsten Qualitätsstufe verbaut werden.



Welche Schadstoffe werden hauptsächlich betrachtet?

VOCs	Lösemittel	Weichmacher
SVHCs	Formaldehyd	
	Schwermetalle	Chlorparaffine
Biozide		FKKW





## Systeme - Gegenüberstellung



25 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)

## Biodiversität





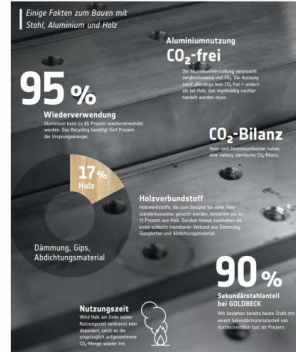
## Rückbau- und Recyclingfähigkeit

### Sicherstellung leichter Trennung der Systembauteile

- Verbundstoffe vermeiden → Mechanische Verbindungen unserer Systemelemente lassen sich unkompliziert wieder von einander lösen
- Ganzheitlicher Lebenskreislauf eines Materials: möglichst weiternutzen, wieder verwenden, getrennt verwerten oder zumindest getrennt entsorgen

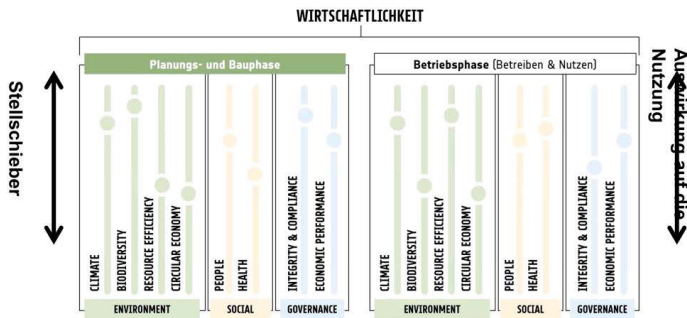
### Einsatz von Recyclingmaterialien

- Der von GOLDBECK genutzte Stahl besteht zu 88% aus Sekundärstahl und emittiert deshalb weniger CO<sub>2</sub> als Primärstahl.
- Bei der Betonfertigteilterzeugung von GOLDBECK wird das anfallende Prozesswasser recycelt und wiederverwendet.



27 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)

## Ganzheitliche Betrachtung



28 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)

## Fazit

### Mehrwert der Nachhaltigkeit

- Aktiver Beitrag zum Klima- und Artenschutz
- Wertsteigerung der Immobilie
- Kundenanforderungen in der Logistik Branche



### Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit bei Logistikhallen ein Widerspruch?

- Mehrkosten sind mit dem notwendigen Know-How überschaubar
- Grundlage ist eine gesamtheitliche Betrachtung von der Planung bis zum Abbruch
- Teilbetrachtungen führen zu klassischen Fehlern und Mehrkosten

29 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)

## Ansprechpartner Goldbeck Rhomberg



Valentin Oswald  
Geschäftsstelle Logistik Wien

[valentin.oswald@goldbeck-rhomberg.com](mailto:valentin.oswald@goldbeck-rhomberg.com)  
[dominik.pfeifer@goldbeck-rhomberg.com](mailto:dominik.pfeifer@goldbeck-rhomberg.com)



Thomas Tinnacher  
Geschäftsstelle Graz

[thomas.tinnacher@goldbeck-rhomberg.com](mailto:thomas.tinnacher@goldbeck-rhomberg.com)



Dominik Pfeifer  
Teamleiter Nachhaltigkeit

30 10.05.2023 Nachhaltige Logistikhallen 2023 | Dr. Dominik Pfeifer (MSc.)





# **Technologie in Kundennutzen übersetzt Taschensorter in der Umsetzung**

Gregor Baumeister

Dipl.-Ing.

## Gregor Baumeister

- Dipl. Ing. Maschinenbau, TU Darmstadt
- Seit über 25 Jahren in der Intralogistik
- Seit 2015 bei der BEUMER Group, Director Warehousing & Distribution

## BEUMER Group Logistic Systems

# Technologie in Kundennutzen übersetzt Taschensorter in der Umsetzung

TU Graz Logistikwerkstatt, 10.05.2023  
Gregor Baumeister

MADE  
DIFFERENT

## Darüber sprechen wir heute!

- Taschensorter neu gedacht – technologische Innovation
- Case Study Calzedonia – Erfolgreiche Projektrealisierung in Zeiten hoher Unsicherheit
- Nachhaltiger Kundennutzen – Drei Dimensionen: Ökonomie, Ökologie und Soziales

MADE  
DIFFERENT

© BEUMER Group / 3

## BEUMER Group Pouch System Eine echte Grazer Start-Up Geschichte



2018 tun sich 3 Steirer Jungs, Adrian Kachelmaier, Jürgen Neugebauer und Bernd Grobbauer, mit Taschensortierentwicklungs- und Produktionserfahrung zusammen und gründen ein Start-up, dass sich zum Ziel gesetzt hat, Taschensorter-Technologie neu zu denken. Im Sommer 2019 kommen sie mit BEUMER in Kontakt und seit Ende 2019 gehen wir den Weg sehr erfolgreich gemeinsam.

## Ein Taschensorter besteht aus wenigen Funktionsgruppen



Taschensorter bestehen im Wesentlichen aus den Funktionsbaugruppen:

- Taschenbeladung (manuell oder automatisiert)
- Produktpufferung
- Produkt Sortierung und Sequenzierung
- Taschenentladung (manuell oder automatisch)

## Taschensorter Ideal geeignet for e-Commerce Anwendungen



- Hängendes Fördersystem (Raumnutzung)
- Einzelstückzugriff (jederzeit)
- Pufferkapazität (Peak Management)
- Sortierleistung unabhängig von der Auftragstruktur
- Effiziente Retourenabwicklung

MADE  
DIFFERENT

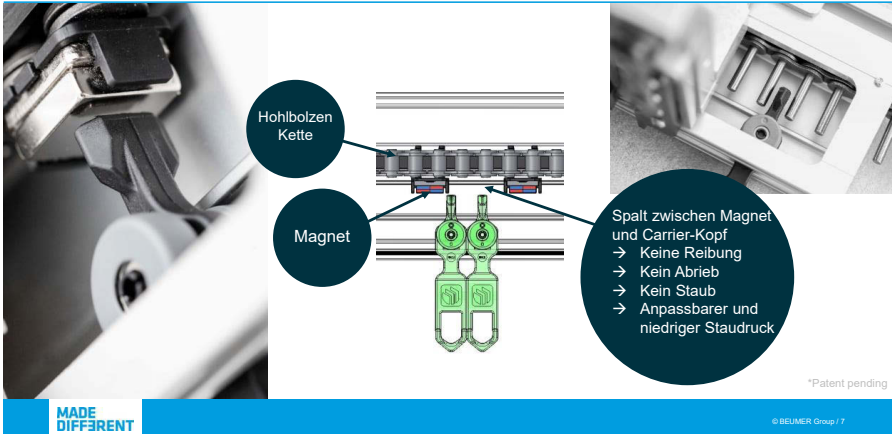
© BEUMER Group / 6

Ein Taschensorter eignet sich in besonderer Weise für eCommerce Anwendungen, insbesondere im Fashion Segment, aber auch in anderen Anwendungsbereichen zum Beispiel KEP.

Mit Taschensortern können durch die Pufferfunktion hohe Anzahlen von Aufträgen (z.T. mehrere Tausend) gleichzeitig bearbeitet und vorbereitet werden. Dadurch ergeben sich erhebliche Effizienzen in den vor- und nachgelagerten Logistikprozessen. Insbesondere die Retourenbearbeitung wird durch den Einsatz von Taschensortern vereinfacht, schneller und produktiver.



## Innovation – „Made Different“ Der berührungsfreie Stauförderer



Zwei Förderertypen:

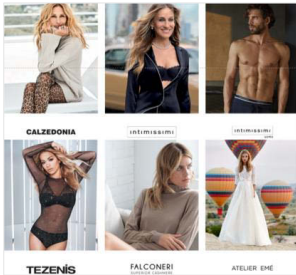
- Berührungsfreier Stauförderer mit Magnettechnik: Macht ca. 80% der Gesamtförderstrecke in einem Taschensorter aus.
- Transferförderer, der in Bereichen eingesetzt wird, wo positiver Antrieb mit exakten Taschenabständen gefordert sind.

## Darüber sprechen wir heute!



- Taschensorter neu gedacht – technologische Innovation
- Case Study Calzedonia – Erfolgreiche Projektrealisierung in Zeiten hoher Unsicherheit
- Nachhaltiger Kundennutzen – Drei Dimensionen: Ökonomie, Ökologie und Soziales

## Zwei Familienunternehmen: Gemeinsam ein erfolgreiches Projekt umgesetzt



**CALZEDONIA  
GROUP**



MADE  
DIFFERENT

© BEUMER Group / 9

Zwei Familienunternehmen setzen gemeinsam ein erfolgreiches Projekt um. Qualität steht für beide Unternehmen im Zentrum ihres Handelns.

Zwei Eigentümer stehen hinter ihren Teams und geben sich gegenseitig ein Leistungsversprechen. Über 4500 Filialen in über 50 Ländern. Wachsendes eCommerce Geschäft.

## Die Herausforderung



Globaler Omnichannel-Modehändler



Pandemie & exponentielles  
eCommerce Wachstum



Bestehende Logistikprozesse konnten  
Wachstumspläne nicht unterstützen



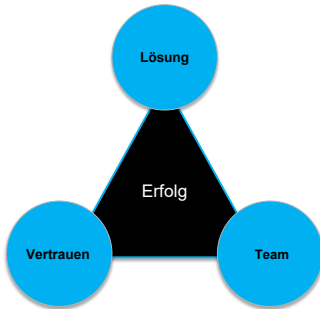
MADE  
DIFFERENT

© BEUMER Group / 10

Die Pandemie hat die Rahmenparameter substantiell verschoben. Der Filialhandel war disruptiert und der eCommerce Handel ist exponentiell gewachsen.

In kürzester Zeit musste eine Lösung entwickelt werden, die zum einen die Wachstumsanforderungen abbilden konnte sowie in die bestehende Logistik-Infrastruktur integriert werden konnte.

## Erfolgsfaktoren



MADE DIFFERENT

© BEUMER Group / 11

Der Projekterfolg lässt sich auf drei Kernfaktoren herunterbrechen:

1. Überlegene Lösung (höhere Leistung, geringerer Platzbedarf, Erweiterbarkeit)
2. Teamarbeit und enge Kollaboration zwischen allen Projektbeteiligten über den gesamten Projektlebenszyklus
3. Aus Lösung, enger Teamarbeit und hoher Transparenz resultierendes hohes Vertrauensniveau. Dadurch sehr unbürokratische und in hohem Maße pragmatische Abwicklung. Dadurch sehr hohe Umsetzungsgeschwindigkeit.

## Hauptergebnisse auf einen Blick



### Harte Faktoren

- 30 % weniger Platzbedarf
- 25% höherer Durchsatz – dadurch weniger Material und niedrigeres Investment
- Optimierte Logistikprozesse
- Kurze Projektumsetzung von nur 9 Monaten

### Weiche Faktoren

- Umfassendes Stakeholder Management
- Zielorientierte Zusammenarbeit der Projektteams

MADE DIFFERENT

© BEUMER Group / 12

## Operative Vorteile für Calzedonia



Wave Management steigert Produktivität



Smarte Logistikstrategien für Peak Management und Retouren



Modular skalierbar für Wachstum



MADE  
DIFFERENT

© BEUMER Group / 13

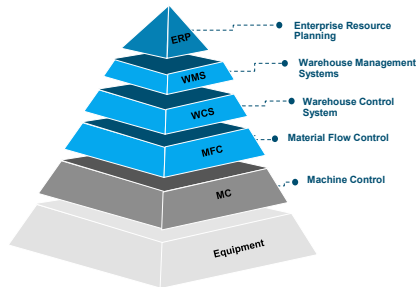
Optimierte Batchpicking Strategien haben die Kommissionierproduktivität substantiell gesteigert.

Retouren werden zu 100 % durch den Taschensorter abgewickelt. Vollständiger Entfall von Rücklagerungen und Kommissionierung für Retouren. Predictive Picking von „Werbekampagnien-Produkten“, um Kommissionierspitzen zu glätten.

Modulares, vorgedachtes Erweiterungskonzept, um die Leistung des Gesamtsystems zu erhöhen.

## Produktportfolio

- BG Flow
  - BG Fusion (BG SCADA, BG Statistics)
  - BG Insights
- 
- Zertifizierungen: Proce360 - CMMI Level 3
  - Cyber Security: ICE 62444 – ISO 27001



MADE  
DIFFERENT

15



Das BEUMER WCS ist integraler Bestandteil des BEUMER Pouch Systems. Hier werden Pufferbestände geführt, Abwicklungsstrategien umgesetzt und Anlage durch die Visualisierung insgesamt überwacht.

Mit dem **BG WCS** kann die BG-Software-Suite über eine Netzwerkverbindung mit dem Lagerverwaltungssystem oder ERP-System des Kunden verbunden werden. Damit ist eine Kommunikation zwischen verschiedenen Steuerungsebenen möglich.

**MFC:** Umfasst die Kontrolle des Daten- und Informationsflusses in automatisierten Systemen und Lagern

**MC:** PLC bzw Steuerung der Maschinen – Hier bspw. Eine klassisches S7  
**CMMI:** Capability Maturity Model Integration

## Darüber sprechen wir heute!

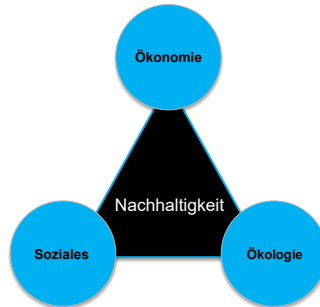


- Taschensorter neu gedacht – technologische Innovation
- Case Study Calzedonia – Erfolgreiche Projektrealisierung in Zeiten hoher Unsicherheit
- Nachhaltiger Kundennutzen – Drei Dimensionen: Ökonomie, Ökologie und Soziales

MADE  
DIFFERENT

© BEUMER Group / 16

## Nachhaltigkeit – Drei Perspektiven



MADE  
DIFFERENT

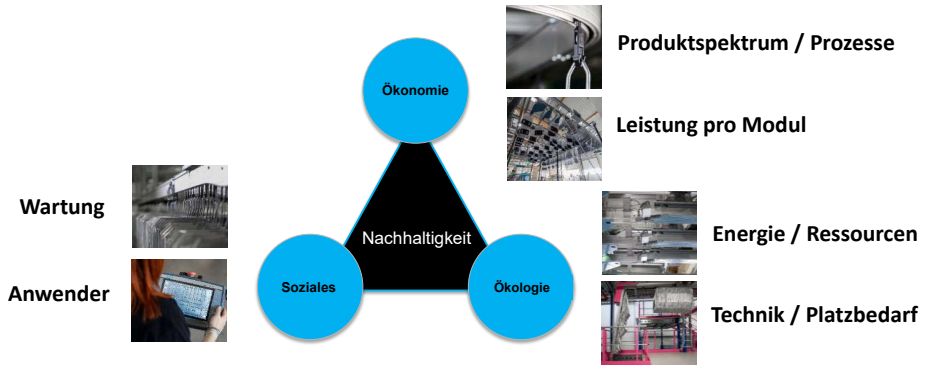
© BEUMER Group / 17

Der Fokus der Taschensortereentwicklung liegt auf klar nachhaltigem und quantifizierbarem Kundennutzen.

Das Nachhaltigkeitsdreieck umfasst die drei Perspektiven Ökonomie, Ökologie und Soziales.

Lassen Sie uns schauen, wie der BEUMER Taschensorter diese drei Perspektiven unterstützt.

## Nachhaltigkeit – Drei Perspektiven



MADE DIFFERENT

© BEUMER Group / 17

**Produktspektrum:** Taschengröße und Gewicht erlauben ein größeres automatisierbares Produktspektrum. Dies reduziert oder eliminiert z.T. ganze Kommissionier- und Konsolidierungsprozesse.

**Leistung pro Modul:** Die hohe Sortierleistung von 10.000 Teilen pro Modul reduziert Investitionen in Hardware und reduziert den erforderlichen Platzbedarf.

**Energie & Ressourcen:** Durch den pneumatikfreien Betrieb des Taschensorters kann ein komplettes Subsystem eliminiert werden. Die ineffiziente Umwandlung von elektrischer Energie und Druckluft entfällt.

**Technik & Platzbedarf:** Reibungsfreier Magnetstauförderer eliminiert Reinverschleißbauteile. Die hohe spezifische Leistung, mechatronische Bauteile wie der 80° Steigförderer sowie eine intelligente Steuerungskonzepte erlauben eine sehr kompakte Systembauweise. Dies reduziert den Platzbedarf.

**Wartung:** Das System besteht aus nur einer Hauptbaugruppe. Im Baukasten werden möglichst viele Gleichteile eingesetzt auch mit einem Fokus auf einfache Wartung.

**Anwender:** Display's und Kundenschnittstellen sind intuitiv gestalten. Ein System, das seine Mitarbeiter lobt ☺, wenn Sie eine Aufgabe erfüllt haben!

### Fragen?



### Wenn Sie den Dialog fortsetzen wollen ....

#### Gregor Baumeister

Director, Warehousing & Distribution

[gregor.baumeister@beumer.com](mailto:gregor.baumeister@beumer.com)



**MADE  
DIFFERENT**

© BEUMER Group / 19

## Biographie Gregor Baumeister



- Dipl. Ing. Maschinenbau, TU Darmstadt
- Seit über 25 Jahren in der Intralogistik
- Internationale Erfahrung in England (5J.) und den USA (8 J.)
- Seit 2015 bei der BEUMER Group, Director Warehousing & Distribution

**MADE  
DIFFERENT**

© BEUMER Group / 20







# **Nachhaltigkeit im Hochbau – gesamtheitliche Betrachtung von Einflussfaktoren**

Johann Hafellner



Ass.Prof. BM DI Dr.techn.

## Johann Hafellner

- Assistant Professor und Laufbahnstelle Hochbau TU Graz, IBPSC;
- Zweiter Stellvertretender Institutsleiter am IBPSC
- Lehrtätigkeiten: Bachelor- und Mastervorlesungen; Betreuung von Masterarbeiten; Life Long Learning Universitätskurse
- Forschungsschwerpunkte: Hochbaudetails im Kontext der Bauphysik und rechtlichen Vorgaben; Sanierung von Bestandsgebäuden; Optimierung von Baumethoden und Bauverfahren;
- „Seit ich mit 14 Jahren in der HTL erstmalig auf technischem Niveau mit der Ausbildung im Hochbau in Berührung kam, brenne ich für diesen Fachbereich. Ich sehe diese Herausforderung nicht als Arbeit an, sondern als Berufung, welche ich mit größter Freude und Leidenschaft ausführe.“

# Nachhaltigkeit im Hochbau – gesamtheitliche Betrachtung von Einflussfaktoren

Logistikwerkstatt  
10.05.2023

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Vorstellung

2

## Lehrveranstaltungen

Bachelor	Bauphysik im Hochbau 2 SWS	Planzeichnen 1 SWS	Hochbau-konstruktion Grundlagen 1 3 SWS	Hochbau-konstruktion Grundlagen 2 3 SWS	Gebäudetechnik 3 SWS	Bachelor-Projekt 219 4 SWS
	Bauphysik 1 Wärme- und Feuchteschutz 2 SWS	Brandschutz. & Sicherheitsf. 1.5 SWS	Hoch- und Industriebau 3 SWS	Hochbaudetails 2 SWS	Planung gebäudetechn. Anlagen 3 SWS	Master-Projekt 219 4 SWS
Master	Bauphysik 2 Schallschutz und Akustik	Energy Monitoring and Effects on Indoor Climate 2 SWS	Bauschadenanalyse im Hochbau 2 SWS	Fassaden und Glasbau 3 SWS	Seminar Gebäudetechnik 4 SWS	
	Low Carbon Building Design and Communities 2 SWS	Building Performance Simulation 2 SWS			AK Gebäudetechnik 2 SWS	

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Vorstellung

3

## Ass.Prof. BM Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Hafellner

### Wissenschaft / Forschung

- Studium und Doktorat TU Graz
- Assistenzprofessor am IBPSC
- Zweiter stellvertretender Institutsleiter
- Lehrtätigkeiten im Bachelor und Master
- fakultätsübergreifend → Kooperation Architektur
- Life Long Learning LLL
  - UK Nachhaltiges Bauen
  - Feuchte- und Dichtheitsmonitoring

### Privatwirtschaft / Praxisbezug

- Geschäftsführer bei „bm3 GmbH“ Graz
  - Planung
  - Örtliche Bauaufsicht
  - Bauphysik
  - Planung- und BauKG
  - Projektmanagement
  - Projektentwicklung
  - Sachverständigentätigkeiten

ASI-Mitglied Komitee 175, Ingenieur:innen ohne Grenzen IoG; IBPSA International Building Performance Simulation Association; Sachverständigen Landesverband für Steiermark und Kärnten

Herkunft: Ennstal → Mitterberg

Fußballverein: SV Justiz Graz

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Vorstellung

4

## Nachhaltigkeit im Hochbau



Quelle: Hafellner bzw. bm3 GmbH

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

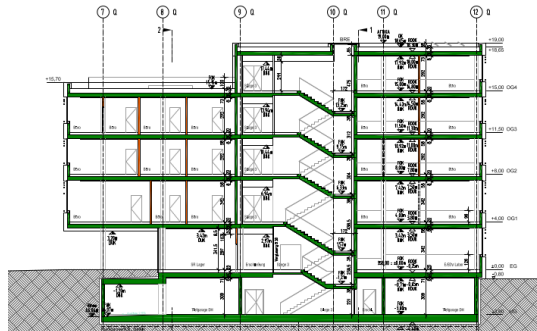
Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

# Themenbereich „1D“

- Bauteile
- Flachdachkonstruktionen aus Holz
  - WTA Merkblatt 6-8
  - Umweltindikatoren

## Werkstoffe: Nachhaltiger Einsatz ?!

Stahlbeton ➡ ?



Quelle: BIG

Bauteile (1D)

7

## Untergeschoss

Fußboden erdberührt  
Wand erdberührt



Stahlbeton → Stahlbeton

Quelle: Hafelner

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Bauteile (1D)

8

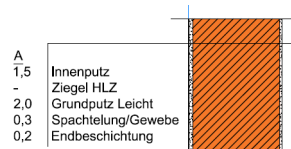
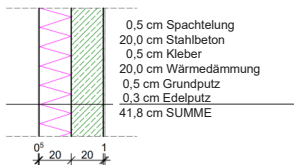
## Außenwand

Stahlbeton WDVS

- 6-schichtiger Aufbau
- Keine Kunststoffbahnen
- zusätzliche Dämmung notwendig

Ziegel-Außenwand

- 4-schichtiger Aufbau
- Keine Kunststoffbahnen
- Keine zusätzliche Dämmung notwendig



Quelle: Hafelner, 2020:

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

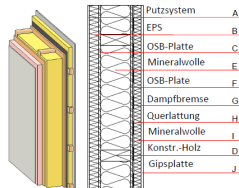
Bauteile (1D)

9

## Außenwand

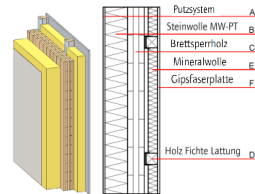
### Holzrahmen/Holztafel-Außenwand

- 10-schichtiger Aufbau
- Kunststoffbahnen
- EPS-Dämmung
- Mineralwolle



### Holzmassiv-Außenwand

- 5-schichtiger Aufbau
- Keine Kunststoffbahnen
- Mineralwolle



Quelle: Dataholz, 2020

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

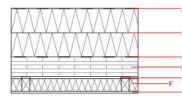
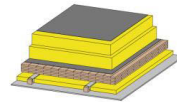
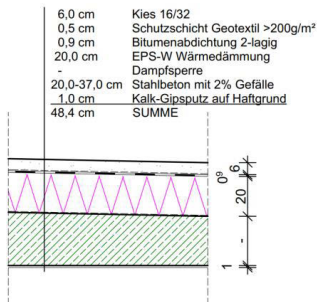
Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Bauteile (1D)

10

## Flachdach

### Stahlbeton → Holzmassiv



Dicke	Baustoff
A	Kunststoffeindeckung
B	300,0 Mineralwolle [040; 130; ≥1000°C] druckfest
C	Abdichtungsbahn sd≥ 500m
D	125,0 Brettsperrholz d ≥ 125,0, mind. 5-lagig, Decklage mind. 27,5mm
E	80,0 Holz Fichte Lattung (50/80, e=625) abgehängt mit Schwingbügel
F	80,0 Mineralwolle [040; 18]x
G	12,5 GKF/Gipsfaserplatte

Quelle: Hafellner, dataholz

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC



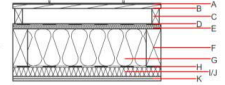
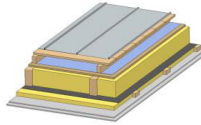
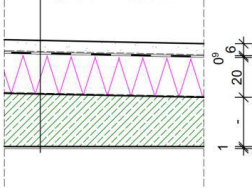
Bauteile (1D)

11

# Flachdach

Stahlbeton → Holzriegel

- 6,0 cm Kies 16/32
- 0,5 cm Schutzschicht Geotextil >200g/m<sup>2</sup>
- 0,9 cm Bitumenabdichtung 2-lagig
- 20,0 cm EPS-W Wärmedämmung
- Dampfsperre
- 20,0-37,0 cm Stahlbeton mit 2% Gefälle
- 1,0 cm Kalk-Gipsputz auf Haftgrund
- 48,4 cm SUMME



Bemerkung: Die Ausführung des Unterdachs und der Kontertatschöhe sind je nach Dachneigung bzw. nationalen Aufwindregeln festzulegen.

Dicke	Baustoff
A	Blechendeckung d ≥ 0,4 od.
A	Kunststoffendeckung
B	24,0 Holz Fichte Vollschalung
C	80,0 Holz Fichte Kontertattung (Hinterlüftung)
D	Unterdeckbahn sd ≤ 0,3m
E	22,0 Holzfaserdämmplatte [D45; 250 - Unterdeckplatte
F	200,0 Konstruktionsholz (80/80; e=800)
G	200,0 Mineralwolle (D38; ≥33; ≥1.000°C)
H	Dampfsperre sd ≥ 2m
I	50,0 Holz Fichte Quertattung (50/80; a=400)
J	50,0 Mineralwolle (D38; ≥33; ≥1.000°C)
K	25,0 Gipsfaserplatte (2x12,5 mm) oder
K	Gipsplatte Typ DF (KX) (2x12,5 mm)

Quelle: Hafellner, dataholz

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Bauteile (1D)

12

# Nutzung



Quelle: Hafellner bzw. bm3 GmbH

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

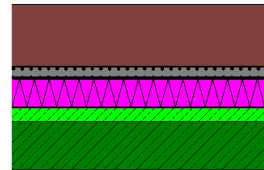
## Potentiale Flachdächer PV-Anlagen

- Deutschland: ca. 3.200 km<sup>2</sup> Dachfläche und 2.500 km<sup>2</sup> Fassadenfläche;  
→ Leistung von rund 500 GWP an Dächern bzw. 400 GWP an Fassaden zur Nutzung von PV-Modulen mit Erträgen von ca. 504 TWh/a aus Dachanlagen und 238 TWh von Fassadenflächen
- Österreich: Dachflächen mit ca. 280 km<sup>2</sup> bei Ein- und Zweifamilienhäusern, 98 km<sup>2</sup> bei Mehrfamilienhäusern und 360 km<sup>2</sup> bei Industrie- und Gewerbebauten; → Ertragspotential von 6,1 TWh (EFH+ZFH), 1,7 TWh (MFH) bzw. 7,9 TWh (Industrie + Gewerbe). Summe Dachfläche zum Ausbau für PV-Module 738 km<sup>2</sup> → Ertragspotential von 15,7 TWh
- Schweiz: 24 ± 9 TWh und somit 40 % (Stand 2018) des jährlichen Strombedarfs des Landes

Quelle: Big data mining for the estimation of hourly rooftop photovoltaic potential and its uncertainty; Alina Walch,Roberto Castello, Nahid Mohajeri, Jean-Louis Scartezzini; Applied Energy; Band 262, 15. März 2020; // PV-Ausbauerfordernisse versus Gebäudepotenzial: Ergebnis einer gebäudescharfen Analyse für ganz Deutschland; Jan-Bleicke Eggers; Martin Behnisch; Johannes Eisenlohr; Hanna Foglitsch; Windy-Fook Phung; Markus; Münzinger; Claudio Ferrara; Tilmann E. Kuhn; 2019; Freiburg // Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können; Hubert Fechner; 2020; Wien

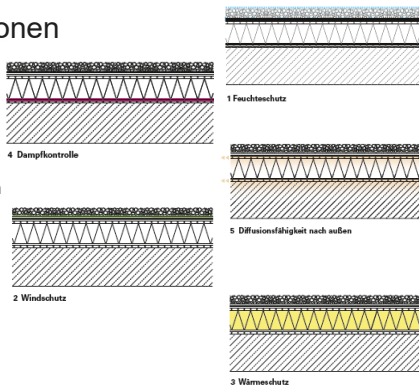
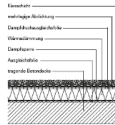
## Flachdach

Baustoffschichten		d
Nr	Bezeichnung	Dicke [m]
	von außen nach innen	
1	+Vegetationsschicht	# 0,450
2	+Filterschicht Vlies mind. 200 g/m <sup>2</sup> (ÖNORM B 3691)	# 0,002
3	+Dränschicht Perlite, Blähton (organisch gebunden) (600)	# 0,070
4	+Geotextil (Vlies) mind. 200 g/m <sup>2</sup> (ÖNORM B 3691)	# 0,002
5	+Bitumenbahn geflämmt durchwurzelungsfest (ÖNORM B	# 0,004
6	+Bitumenkaltklebebahn-Flämmschutz (ÖNORM B 3691, B	# 0,004
7	+EPS-W25 (ÖNORM B 8110-7 & B 6000)	0,200
8	+Bauder Schutzmatte Gummigranulat (ÖNORM B 3691)	# 0,006
9	+Dampfsperre E-ALGV-4 (ÖNORM B 3691, B 3666, EN	# 0,004
10	+Gefällebeton (d nach Erf.) (ÖNORM B 8110-7, B 3691)	0,095
11	+Stahlbeton 2 % (ÖNORM B 8110-7)	0,350
12	+Normalputzmörtel GP Kalkzement (1700 kg/m <sup>3</sup> ) (ÖNORM	0,010
wärmetechnisch relevante Dicke des Bauteils [m]		0,741
Dicke des Bauteils [m]		1,197



## Funktionen von Baukonstruktionen

- Schutz vor Feuchte
  - Wasser
  - Dampfdiffusion
- Windschutz
  - keine unangenehmen Zegerscheinungen
  - Kein unkontrollierter Luftaustausch
  - Schallschutz
- Wärmeschutz
  - Behaglichkeit gewährleisten
  - Wärmeverluste verringern
  - Kritische Temperaturen (Tauwasser) verhindern



Quelle: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail-Band 1 Konzeption - 2009\_Moro

## Durchdringungen

- Hohlraum zwischen durchdringenden Rohr und Einhausung ausdämmen
- Rohr innenseitig luftdicht an die Luftdichtheitsebene anschließen

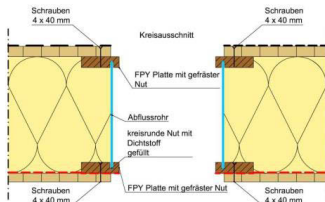


Abbildung 1: Eingehauste Durchdringung

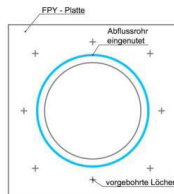


Abbildung 2: Fachgerechte Abdichtung der Durchdringung mit Hilfe einer geeigneten Manschette



Quelle: Flachgeneigte Dächer aus Holz (Planungsbroschüre)

### Durchdringungen:

Durchdringungen direkt durch das Gefach einer Dachkonstruktion stellen eine potentielle Schadensursache dar und sollten generell vermieden werden. Hierfür sind zum Gefach abgeschlossene Durchdringungsöffnungen gemäß dem Beispiel in Abbildung 1 geeignet. Der Hohlraum zwischen dem durchdringenden Rohr und der Einhausung ist auszdämmen und das Rohr innenseitig luftdicht an die Luftdichtheitsebene anzuschließen. Ist eine Einhausung nicht möglich, so eignen sich auch Manschetten entsprechend Abbildung 2 zur Aufrechterhaltung der Luftdichtheitsschicht an Durchdringungen.

## Flachdachkonstruktionen aus Holz (Vor- & Nachteile)

Bezeichnung	Konstruktion	Vorteile	Nachteile
Klassische Aufsparndämmung		<ul style="list-style-type: none"> <li>kein Tauwasseranfall an der Tragkonstruktion</li> <li>Gefälleausbildung mit Dämmkernen möglich</li> <li>einfachere Ausführung einer Lüftungsebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>relativ große Bauteildicken</li> <li>i.d.R. druckfester Dämmstoff erforderlich</li> <li>Schallschutz</li> </ul>
Aufsparndämmung mit zusätzlicher Hochraumdämmung im Gefach		<ul style="list-style-type: none"> <li>kein Tauwasseranfall an der Tragkonstruktion</li> <li>Gefälleausbildung mit Dämmkernen möglich</li> <li>verbesserter Schall- und Brandschutz (kein 3-seitiger Abbrand der Tragkonstruktion bei Forderung der Dämmung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>relativ große Bauteildicken</li> <li>i.d.R. druckfester Dämmstoff erforderlich</li> <li>Tragstruktur nicht sichtbar</li> <li>zusätzliche Dämmung erforderlich</li> </ul>
Nicht hinterlüftetes Flachdach ohne Zusatzdämmung		<ul style="list-style-type: none"> <li>geringe Bauteildicken</li> <li>effektive Ausnutzung des Querschnitts durch Vollämmung</li> <li>Elementierung &amp; hohe Vorfertigung möglich</li> <li>geringer bautechnischer Aufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feuchtefallcharakteristik bei „dicht-dicht“ Aufbauten</li> <li>Mit Auflast (Gründach, Kies etc.) nicht empfohlen</li> </ul>
Nicht hinterlüftetes Flachdach mit Zusatzdämmung		<ul style="list-style-type: none"> <li>geringe Bauteildicken</li> <li>effektive Ausnutzung des Querschnitts durch Vollämmung</li> <li>Elementierung &amp; hohe Vorfertigung möglich</li> <li>geringer bautechnischer Aufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feuchtefallcharakteristik bei „dicht-dicht“ Aufbauten</li> <li>Mit Auflast (Gründach, Kies etc.) nicht empfohlen</li> </ul>
Hinterlüftetes Flachdach		<ul style="list-style-type: none"> <li>Elementierung &amp; hohe Vorfertigung möglich</li> <li>bei Teilschattung günstigeres Feuchteverhalten als bei vollgedämmter Variante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>relativ hohe Bauteildicken</li> <li>höherer konstruktiver Aufwand</li> <li>„sich sehende“ Lüftungsöffnungen erforderlich</li> </ul>
Nicht hinterlüftetes Flachdach mit Zusatzdämmung		<ul style="list-style-type: none"> <li>Elementierung &amp; hohe Vorfertigung möglich</li> <li>geringere Feuchteakkumulation</li> <li>Auflast (Gründach, Kies etc.) möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feuchtefallcharakteristik bei „dicht-dicht“ Aufbauten</li> <li>erhöhter bautechnischer Aufwand</li> </ul>

1) auch in Holzmassivbauweise oder als Duodach ausführbar.  
 2) Kann auch mit Gleitbüheldeckung ausgeführt werden

Quelle: Flachgeneigte Dächer aus Holz (Planungsbroschüre)

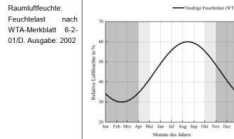
## Nachweisfreie Konstruktionen: Randbedingungen

- Beschattungsklassen
- Raumlufffeuchte

**Tabelle 2:** Beschattungsklassen mit maximal möglicher Beschattungsdauer (maßgebend sind Mitte Mai (09.05) und Anfang August (04.08) 7:00 Uhr bis 19:00 Uhr)

Beschattungs-klasse (BK)	Maximale Dauer der Beschattung
A	≤ 4 <sup>1</sup> Std. / ≤ 4 <sup>2</sup> Std.
B	≤ 2 <sup>1</sup> Std. / ≤ 4 <sup>2</sup> Std.
C	≤ 1 <sup>1</sup> Std. / ≤ 2 <sup>2</sup> Std.
D	keine Beschattung zulässig!

<sup>1</sup> wenn 13 Uhr überschritten wird  
<sup>2</sup> vor oder nach 13 Uhr



- Außenklima

- Innentemperatur
- Raumlufftechnische Anlagen
- Raumhöhe
- Vorfertigungsgrad

Quelle: Flachgeneigte Dächer aus Holz (Planungsbroschüre)

### Nachweisfreie Konstruktionen:

Die bauphysikalische Eignung der Dachelemente ist von der Konstruktion, der Fertigungsart bzw. der Luftdichtheit, dem Innen- und dem Außenklima unter Berücksichtigung der Beschattungssituation abhängig. Tabelle 3 gibt eine Übersicht der erforderlichen Randbedingungen für die in Tabelle 4 angeführten nachweisfreien Konstruktionen. Die vollständige Auflistung bei davon abweichenden Randbedingungen, wie z. B. Feuchtelast können der Planungsbroschüre entnommen werden. Die angeführten nachweisfreien Konstruktionen gelten bei Dächern ohne außenliegender Zusatzhöhe bis zu einer maximalen Attikahöhe von 80 cm. Für darüberhinausgehende Konstruktionen ist eine Beschattungsanalyse der Attika erforderlich. In Tabelle 2 sind die Beschattungsklassen mit der jeweils maximal möglichen Beschattungsdauer angegeben. Die Beschattungsdauer darf zwischen Mitte Mai und Anfang August nicht überschritten werden. Geschieht dies doch, so ist ein gesonderter Nachweis zu führen. Zur Ermittlung der Beschattungsdauer ist ein geeignetes Berechnungsverfahren (z. B. METEONORM, SOMBRERO) oder eine andere geeignete Methode heranzuziehen.

## Risikoklassifizierung ausgewählter Flachdachkonstruktionen

Risikofaktoren:

- über 80 Faktoren identifiziert und kategorisiert
- auf 39 Risikofaktoren zusammengefasst

Risikokategorie	Gewichtung
Standort	8 %
Allgemeine Grundlagen	16 %
Konstruktion & Materialien	19 %
Planung & Ausführung	36 %
Wartung & Monitoring	12 %
Entdeckungswahrscheinlichkeit	8 %

Quelle: Konzept zur Risikoklassifizierung von ausgewählten Flachdachkonstruktionen; Heinrich Th.; TU Graz; 2023;

## nachweisfreie Konstruktionen für flachgeneigte Dächer

Konstruktion	Dachneigung f <sub>u</sub> /Wert	Variable R <sub>u,ext</sub> /R <sub>u,ext</sub>	Risikofaktoren																	
			BK D	BK C	BK B	BK A	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*								
	-	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
	-	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
	≥ 20	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet

	geeignet
	objektbezogener Nachweis erforderlich
	nicht empfohlen

Konstruktion	Dachneigung f <sub>u</sub> /Wert	Variable R <sub>u,ext</sub> /R <sub>u,ext</sub>	Risikofaktoren																	
			BK D	BK C	BK B	BK A	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*	teil- beobachtet*								
	-	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
	-	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
	≥ 15	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
	≥ 10	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
	-	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
	-	1	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet

Quelle: Flachgeneigte Dächer aus Holz (Planungsbroschüre)

Werden diese Bedingungen nicht erfüllt, so sind objektbezogene Einzelnachweise mit Hilfe numerischer Simulationen durchzuführen. Ein allfälliger konvektiver Feuchteintrag muss hierbei ebenfalls berücksichtigt werden.

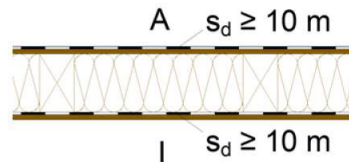
## WTA-Merkblatt 6-8 (08.2016/D)

Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation

Wenn Holzbauteile:

- beidseitig geschlossen,
- auf Außen- und Innenseite dampfbremsend oder dichter

➔ **Schadensanfällig!**



Maßnahmen zur Qualitätssicherung erforderlich!

Quelle: WTA-Merkblatt 6-8 (08.2016/D)

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Beidseitig geschlossene Holzbauteile (Dämmung nur im Gefach), die aufgrund von Schichten auf der Außen- und der Innenseite mit  $S_d \sim 10 \text{ m}$  (stark dampfbremsend oder dichter) keine ausreichende Trocknungsreserve aufweisen, sind schadensanfällig und entsprechen nicht den international anerkannten Regeln der Technik.

Holzbauteile, bei denen mehr als  $1/3$  des Wärmedurchlasswiderstandes in der Tragwerksebene angeordnet wird und die außerhalb hiervon stark dampfbremsende Schichten aufweisen ( $s_d \sim 10 \text{ m}$ ), besitzen aufgrund ihrer geringen äußeren Diffusionsfähigkeit sehr geringe Reserven für außerplanmäßige Befeuchtungen aus Dampfkongvektion und Baufeuchte.

Deshalb sind folgende Maßnahmen zur Qualitätssicherung zwingend erforderlich:

- Alle hölzernen Bestandteile des Konstruktionsquerschnitts weisen zum Zeitpunkt des Schließens den Feuchtegehalt auf, der Grundlage der Nachweisführung war (Prüfung und Dokumentation durch elektrische Holzfeuchtemessung vor Ort).
- Die Luftdichtheit der Konstruktion wird zu einem Zeitpunkt geprüft, bei dem eine Leckageortung und eine Nachbesserung der Luftdichtheitsebene noch möglich sind (Verfahren 2 nach EN ISO 9972). Die gemessene Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle darf die Vorgaben ( $q_{50}$  - Wert) der Nachweisführung nicht überschreiten.
- Es ist zu prüfen, ob alle Randbedingungen und Bauteilbestandteile auch vor Ort mit den Vorgaben der Nachweisführung übereinstimmen.
- Der Bauherr muss über die dauerhafte Einhaltung der Nachweisrandbedingungen während der Nutzung und über seine diesbezügliche Verantwortung aufgeklärt werden.

Sofern es sich bei den betreffenden Bauteilen um Flachdächer in Holzbauweise mit Abdichtung handelt, wird zum Schutz des Tragwerks vor Schäden in Folge von Alterung der Bahnen eine zweite Abdichtungsebene dringend empfohlen. Diese kann

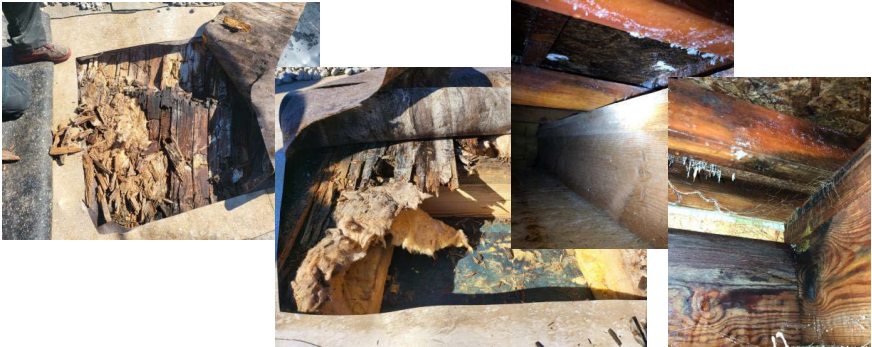
auch die Funktion des temporären Schutzes während des Bauprozesses übernehmen (Bauzeitabdichtung). Eine Zusatzdämmung zwischen den beiden Abdichtungen (z. B. als Gefälledämmung) ist zweckmäßig.

Bauschäden



22

## Bauteilöffnung



Quelle: Hafelner bzw. bm3 GmbH

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC



## Nutzungsdauer (Auswahl)

Nutzungsdauer bei Bauteilöffnung: 1,0-1,5 Jahre  
Gebäude / Gesamtkonstruktion kleine Wohnhäuser:

- Holzmassivbau 60 bis 70 Jahre
- Holzriegelbau 50 bis 60 Jahre

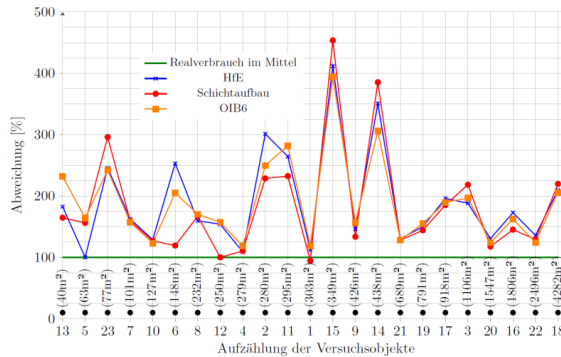
Büro- und Verwaltungsgebäude 30 bis 60 Jahre  
Einkaufszentren, Fachmärkte 20 bis 30 Jahre  
Hallenbauten 20 bis 40 Jahre

ÖNORM B 3691, je nach Nutzung: 10 (Lagergebäude) bis 30 Jahre

Dachabdichtung (je nach Material & Ausführung): 5 bis 50 Jahre

Quelle: Nutzungsdauerkatalog Baulicher Anlagen und Anlagenteile, SV Landesverband Steiermark und Kärnten, 2020  
ONORM B 3691, 2019

## Vergleich von Modellierungen mit den realen Verbrauchswerten



Quelle: Vergleich unterschiedlicher Energieausweise Berechnungsarten mit den realen Verbrauchswerten; Pitscheider A., Hafelner H.; Bauphysik 43; Ernst & Sohn; 2021  
DOI: 10.1002/bapi.202000037

## OI3: Umweltindikatoren

Für die OI3-Berechnung werden die folgenden Umweltkategorien berücksichtigt:

- Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, total (PENRT)
- Beitrag zur Globalen Erwärmung (GWP)
- Versauerungspotential von Boden und Wasser (AP)

Quelle: OI3-Berechnungsleitfaden Version 4.0

Das GWP (Global Warming Potential) beschreibt den Beitrag eines Spurengases zur globalen Erwärmung. Die Beiträge der Treibhausgase werden für den Zeithorizont von 100 Jahren und relativ zu Kohlendioxid bestimmt. Das Treibhauspotenzial (GWP100a) wird DIN EN 15804, Anhang C [EN 15804:2012+A1 (Oktober 2013), Annex C] ermittelt und in kg-CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben.

Der für den Oekoindex OI3 herangezogene Indikator „GWP Summe“ berücksichtigt sowohl den Beitrag der Treibhausgasemissionen zur globalen Erwärmung als auch die in Biomasse gespeicherten Kohlendioxidmengen.

Versauerung wird hauptsächlich durch die Wechselwirkung von Stickoxid- (NO<sub>x</sub>) und Schwefeldioxidgasen (SO<sub>2</sub>) mit anderen Bestandteilen der Luft verursacht. Zu den eindeutig zugeordneten Folgen zählt die Versauerung von Seen und Gewässern, welche zu einer Dezimierung der Fischbestände in Zahl und Vielfalt führt. Für die Berechnung des Versauerungspotenzials werden die durchschnittlichen „Europäischen Säurebildungspotenziale“ verwendet. Das Versauerungspotenzial wird gemäß DIN EN 15804, Anhang C [EN 15804:2012+A1 (Oktober 2013), Annex C] ermittelt und in kg-SO<sub>2</sub>-Äquivalenten dargestellt.

Als Primärenergieinhalt (abgekürzt PE) wird der zur Herstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung erforderliche Gesamtbedarf an energetischen Ressourcen bezeichnet. Die energetischen Ressourcen werden dabei in Form von Rohenergie, die noch keiner technischen Umsetzung oder Umwandlung und keinem Transport unterworfen sind dargestellt. Der Primärenergieinhalt wird aus dem unteren Heizwert aller eingesetzten energiehaltigen Ressourcen berechnet und in MJ angegeben. Für den Oekoindex OI3 wird der PENRT, der Primärenergieinhalt aller für die Herstellung verbrauchter nicht erneuerbarer Ressourcen (Erdöl, Kohle etc.), herangezogen. Dabei werden die energetisch und die stofflich genutzten Ressourcen berücksichtigt.

## $\Delta OI3$ : Ökoindex für eine Baustoffschicht

- gibt an wie viele OI3-Punkte diese Baustoffschicht den Wert  $OI3_{KON}$  der Konstruktion erhöht bzw. senkt.
- „ökologisches Schwergewicht“ einer Konstruktion erkennbar

$$\Delta OI3 = \frac{1}{3} \cdot \left[ \frac{0,1}{\text{MJ}} \text{PERNT}_{A1-A} + \frac{0,5}{\text{kgCO}_2\text{äquiv.}} \text{GWP}_{\text{Total},A1-A3} + \frac{400}{\text{kgSO}_2\text{äquiv.}} \text{AP}_{A1-A} \right]$$

$\text{PERNT}_{A1-A3}$  ist dabei der **Primärenergieaufwand** nicht erneuerbar der Herstellung der Baustoffschicht in MJ/m<sup>2</sup>,  $\text{GWP}_{\text{Total},A1-A3}$  das **gesamte Erwärmungspotenzial** der Herstellung der Baustoffschicht in kg CO<sub>2</sub> äquiv./m<sup>2</sup> und  $\text{AP}_{A1-A3}$  das **Versäuerungspotenzial** der Herstellung der Baustoffschicht in kg SO<sub>2</sub> äquiv./m<sup>2</sup>.

Quelle: OI3-Berechnungsleitfaden Version 4.0

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Der  $\Delta OI3$  (sprich Delta OI3) einer Baustoffschicht gibt an, um wie viele OI3-Punkte diese Baustoffschicht den Wert  $OI3_{KON}$  der Konstruktion erhöht bzw. senkt. Anders gesagt, löscht man eine Bauteilschicht aus einer Konstruktion heraus, so verringert sich der  $OI3_{KON}$  der gesamten Konstruktion um diese  $\Delta OI3$  Punkte. Der  $\Delta OI3$  wird auf 2 Kommastellen genau berechnet. Angezeigt in den Berechnungsblättern muss mindestens eine Kommastelle werden.

Dieser Ökoindex  $\Delta OI3$  ist bei der Konstruktionsoptimierung sehr hilfreich, da sich die "ökologischen Schwergewichte" einer Konstruktion an den höchsten  $\Delta OI3$  -Punkten einfach erkennen lassen. Der  $\Delta OI3$  einer Bauteilschicht wird aus den Steigungen der OIPENRT, OIGWP und OIAP-Umrechnungsfunktionen oben gezeigter Formel berechnet.

## OI3: Basisindikatoren

Es sind folgende OI3-Basisindikatoren für Konstruktionen definiert:

- **Oekoindex  $\Delta OI3$  einer Baustoffschicht,**
- Oekoindex  $OI3_{KON}$  einer Konstruktion,
- Oekoindex  $OI3_{BGX}$  eines Gebäudes (Bilanzgrenzen BG0, BG1: Herstellung)
- Oekoindex  $OI3_{BGX,lc}$  eines Gebäudes über den Lebenszyklus:
  - Bilanzgrenzen BG2– BG4: Herstellung, Austausch und Instandsetzung im definierten Bewertungszeitraum
  - Bilanzgrenzen BG5-BG6: zusätzlich werden noch die Entsorgungsprozesse mitbilanziert
- Oekoindex  $OI3S_{BGX}$  für sanierte Gebäude (Bilanzgrenzen BG0 und BG1)
- Oekoindex  $OI3S_{BGX}$  für sanierte Gebäude (Bilanzgrenzen BG2 - BG6)

Quelle: OI3-Berechnungsleitfaden Version 4.0

## OI3: Bilanzgrenzen (BG)

Tabelle 1: Flexible Bilanzgrenzen

<b>BG0 (TGH)</b>	Konstruktionen der thermischen Gebäudehülle exkl. Dacheindeckung exkl. Feuchtigkeitsabdichtungen exkl. hinterlüftete Fassaden inkl. Zwischendecken	*)
<b>BG1</b>	Konstruktionen der thermischen Gebäudehülle (Konstruktionen vollständig) inkl. Zwischendecken	
<b>BG2</b>	BG1 inkl. Innenwände (Trennbauweise, exkl. Türelemente)	**)
<b>BG3</b>	BG2 inkl. Innenwände (gesamt, exkl. Türelemente) inkl. Kellerbauteile (inkl. Kellerrennwände, Streifen- bzw. Punktfundamente) inkl. unbeheizte Pufferräume (Baukörper komplett) exkl. offene Erschließungsbereiche (Stiegenhäuser, Laubgänge, Loggien, Balkone usw.)	
<b>BG4</b>	BG3 inkl. offene Erschließungsbereiche	**)
<b>BG5</b>	BG4 inkl. Haustechnik	
<b>BG6</b>	BG5 inkl. gesamte Außenanlagen (Carport, Fahrradabstellplätze, usw.) inkl. Nebengebäude	

\*) alle Flächen außenmaßbezogen

\*\*) BG2 und BG4 werden derzeit in der Praxis nicht verwendet

Quelle: OI3-Berechnungslaufplan Version 4.0

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Gebäude setzen sich aus einer Vielzahl unterschiedlicher Konstruktionen zusammen. Der direkte Weg zur Berechnung von OI3-Punkten eines Gebäudes ist die Ermittlung der gewichteten Mittelwerte der OI3-Punkte aller darin enthaltenen Konstruktionen. Theoretisch müssten sämtliche Bestandteile aller Konstruktionen eines Gebäudes erfasst und mitgerechnet werden, aus praktischer Sicht führt dies jedoch häufig zu einem unverträglich hohen Erfassungsaufwand. Der OI3 eines Gebäudes wurde seit seiner Einführung hauptsächlich für die thermische Gebäudehülle (TGH = BG0) ermittelt, welche die Konstruktionen bzw. Bauteile der thermischen Gebäudehülle mitsamt den Zwischendecken beinhaltet (diese Bilanzgrenze wird im Folgenden als BG0 bezeichnet).

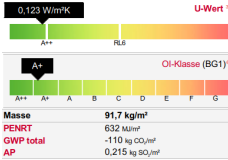
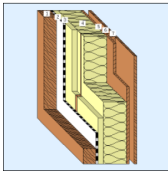
Umweltindikatoren

29

# Wandaufbauten aus Holz

AWH 01 a Brettstapel-Außenwand, hinterlüftet

Wand: gegen Außenluft - hinterlüftet (BG1) – IBO-Richtwerte 2012



Nr.	Typ Schicht (von innen nach aussen)	d	λ	R	Δ0,03
		cm	W/mK	m <sup>2</sup> hK/W	Pa/m <sup>2</sup>
1	Brettstapelwand, vernagelt (Nutzholz (475 kg/m <sup>3</sup> - zB Fichte/Tanne) - hinterlüftet)	12,00	0,120	1,00	3
2	Dampfbremse PE (Dichtungsbahn Polyethylen (PE))	0,02	0,500	0,00	1
3	Inhomogen (Elemente vertikal)	5,00	—	—	—
	58,5 cm (94%) Glaswolle MW(GW)-W (18 kg/m <sup>3</sup> )	5,00	0,038	1,32	3
	4 cm (6%) Nutzholz (475 kg/m <sup>3</sup> - zB Fichte/Tanne) - rauh, tech	5,00	0,120	0,42	0
4	Inhomogen (Elemente vertikal)	22,00	—	—	—
	61,1 cm (98%) Glaswolle MW(GW)-W (18 kg/m <sup>3</sup> )	22,00	0,038	5,79	15
	1,4 cm (2%) OSB-Platten (650 kg/m <sup>3</sup> )	22,00	0,130	1,69	1
5	MCF-Platten milchdicke Faserplatte (600 kg/m <sup>3</sup> )	1,60	0,120	0,13	7
6	Inhomogen (Elemente vertikal)	5,00	—	—	—
	72 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 45 <	5,00	—	—	0
	8 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m <sup>3</sup> - zB Fichte/Tanne) - rauh, tech	5,00	—	—	0
7	Nutzholz (525 kg/m <sup>3</sup> - zB Lärche) - gehobelt, techn. getrocknet	2,50	—	—	1
	$R_{s,ext} / R_{s,int} =$		0,130 / 0,130		
	$R' / R' (max. relativer Fehler: 0,9%) =$		8,203 / 8,049		
<b>Bauteil</b>		<b>48,12</b>	<b>8,126</b>	<b>31</b>	

Quelle: baubook.at

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

- <https://www.baubook.at/BTR/>
- <https://www.baubook.at/kahkp/>
- <https://www.baubook.at/phbtik/>

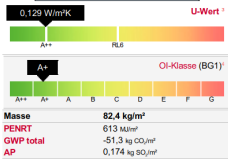
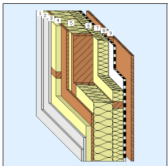
Umweltindikatoren

30

# Wandaufbauten aus Holz

AWI 01 a Holzständer-Außenwand, hinterlüftet

Wand: gegen Außenluft - hinterlüftet (BG1) – IBO-Richtwerte 2012



Nr.	Typ Schicht (von innen nach aussen)	d	λ	R	Δ0,03
		cm	W/mK	m <sup>2</sup> hK/W	Pa/m <sup>2</sup>
1	Gipskartonplatte (900 kg/m <sup>3</sup> )	1,50	0,250	0,06	4
2	Gipskartonplatte (900 kg/m <sup>3</sup> )	1,50	0,250	0,06	4
3	Mineralfaserplatten zw horizontalen Latten	5,00	—	—	—
	56,3 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-W (18 kg/m <sup>3</sup> )	5,00	0,038	1,32	3
	6,3 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m <sup>3</sup> - zB Fichte/Tanne) - rauh, h	5,00	0,120	0,42	0
4	OSB-Platten (650 kg/m <sup>3</sup> )	1,80	0,130	0,14	4
5	Mineralfaserplatten zw vertikalen Pfosten	18,00	—	—	—
	52,2 cm (83%) Glaswolle MW(GW)-W (18 kg/m <sup>3</sup> )	18,00	0,038	4,74	11
	10,3 cm (17%) Nutzholz (475 kg/m <sup>3</sup> - zB Fichte/Tanne) - rauh, h	18,00	0,120	1,50	-1
6	Mineralfaserplatten zw horizontalen Latten (Installationsebene)	10,00	—	—	—
	56,3 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-W (24 kg/m <sup>3</sup> )	10,00	0,036	2,78	9
	6,3 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m <sup>3</sup> - zB Fichte/Tanne) - rauh, h	10,00	0,120	0,83	0
7	Wandsperrle PE, diffusionsdicht (Dichtungsbahn Polyethylen (PE))	0,01	0,500	0,00	0
8	Inhomogen (Elemente vertikal)	5,00	—	—	—
	53,1 cm (85%) Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 45	5,00	—	—	0
	8,4 cm (15%) Nutzholz (475 kg/m <sup>3</sup> - zB Fichte/Tanne) - rauh, h	5,00	—	—	0
9	Nutzholz (525 kg/m <sup>3</sup> - zB Lärche) - gehobelt, techn. getrocknet	2,50	—	—	1
	$R_{s,ext} / R_{s,int} =$		0,130 / 0,130		
	$R' / R' (max. relativer Fehler: 5,2%) =$		8,158 / 7,345		
<b>Bauteil</b>		<b>45,31</b>	<b>7,752</b>	<b>35</b>	

Quelle: baubook.at

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

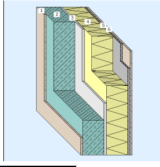
Umweltindikatoren

31

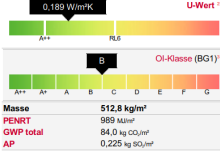
# Wandaufbauten aus Stahlbeton

**AWm 01 20 cm Stahlbeton-Außenwand, 20 cm WDVS**

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet (BG1) – IBO-Richtwerte 2012



Nr. Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	AO3 m <sup>2</sup> KW
1 Edelputzmörtel CR Kalkzement (1700 kg/m <sup>3</sup> )	1,00	0,910	0,01	2
2 Normalbeton mit Bewehrung 1 % (2300 kg/m <sup>3</sup> )	20,00	2,300	0,09	46
3 Kleber mineralisch	0,80	1,000	0,01	5
4 EPS-F (15,8 kg/m <sup>3</sup> )	20,00	0,040	5,00	19
5 Sto-Armierungsputz	0,20	0,700	0,00	1
6 Silikatputz (ohne Kunstharzzusatz)	0,80	0,800	0,01	4
			$R_{s,i} / R_{s,e} =$	0,130 / 0,040
			$R / R' \text{ (max. relativer Fehler: 0,0\%)} =$	5,289 / 5,289
<b>Bauteil</b>			<b>42,80</b>	<b>5,289 77</b>



Quelle: baubook.at

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

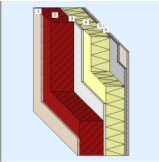
Umweltindikatoren

32

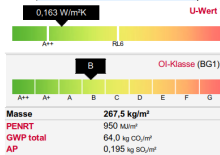
# Wandaufbauten aus Mauerwerk

**AWm 02 25 cm Hochlochziegel-Außenwand, 20 cm WDVS**

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet (BG1) – IBO-Richtwerte 2012



Nr. Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	AO3 m <sup>2</sup> KW
1 Edelputzmörtel CR Kalkzement (1700 kg/m <sup>3</sup> )	1,50	0,910	0,02	3
2 Hochlochziegel 17 cm bis 38 cm + Normalmauermörtel (825 kg)	25,00	0,270	0,93	36
3 Kleber mineralisch	0,80	1,000	0,01	5
4 EPS-F (15,8 kg/m <sup>3</sup> )	20,00	0,040	5,00	19
5 Sto-Armierungsputz	0,20	0,700	0,00	1
6 Silikatputz (ohne Kunstharzzusatz)	0,80	0,800	0,01	4
			$R_{s,i} / R_{s,e} =$	0,130 / 0,040
			$R / R' \text{ (max. relativer Fehler: 0,0\%)} =$	6,133 / 6,133
<b>Bauteil</b>			<b>48,30</b>	<b>6,133 68</b>



Quelle: baubook.at

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

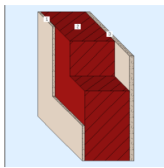
Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

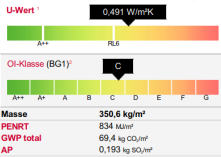
## Wandaufbauten aus Mauerwerk

### AWm 03 38 Hochlochziegel-Außenwand, Dämmputz

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet (BG1) – IBO-Richtwerte 2012



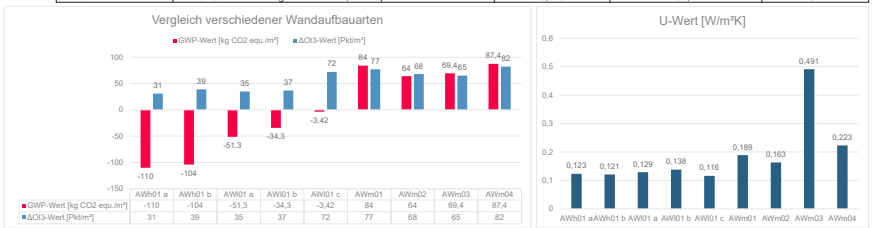
Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d	λ	R	ΔOIS
			cm	W/mK	m <sup>2</sup> ·K/W	Pkt/m <sup>2</sup>
1		Edeleputzmörtel CR Kalkzement (1700 kg/m <sup>3</sup> )	1,50	0,910	0,02	3
2		Hochlochziegel 17 cm bis 38 cm + Normalmauermörtel (825 kg)	38,00	0,270	1,41	55
3		ROFIX 888 Wärmedämmputz	4,00	0,090	0,44	7
			$R_{s, i} / R_{s, e} =$		0,130 / 0,040	
			$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 0,0%)		2,038 / 2,038	
<b>Bauteil</b>			<b>43,50</b>			<b>2,038 65</b>



Quelle: baubook.at

## Wandaufbauten im Vergleich

Kürzel für Grafik	Wandaufbau Benennung	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	GWP-Wert [kg CO <sub>2</sub> equ./m <sup>2</sup> ]	ΔOIS-Wert [Pkt./m <sup>2</sup> ]
AWH01 a	AWH 01 a Brettstapel-Außenwand, hinterlüftet	0,123	-110	31
AWH01 b	AWH 01 b Brettstapel-Außenwand, hinterlüftet mit Vorsatzschalung	0,121	-104	39
AWI01 a	AWI 01 a Holzständer-Außenwand, hinterlüftet	0,129	-51,3	35
AWI01 b	AWI 01 b Holzständer-Außenwand, verputzt	0,138	-34,3	37
AWI01 c	AWI 01 c Holzständer-Außenwand, verputzt mit Dampfbremse	0,116	-3,42	72
AWm01	AWm 01 20 cm Stahlbeton-Außenwand, 20 cm WDVS	0,189	84	77
AWm02	AWm 02 25 cm Hochlochziegel-Außenwand, 20 cm WDVS	0,163	64	68
AWm03	AWm 03 38 Hochlochziegel-Außenwand, Dämmputz	0,491	69,4	65
AWm04	AWm 04 50 Hochlochziegel-Außenwand, Dämmputz	0,223	87,4	82

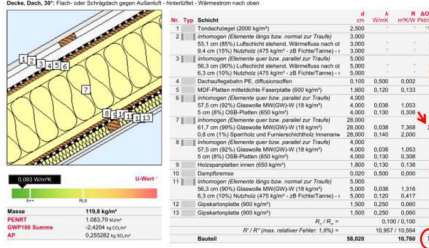




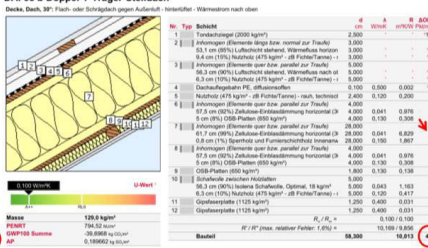
## Änderung $\Delta OI3$ -Wert am Beispiel Steildachaufbau



DAI 03 a Doppel-T-Träger-Steldach



DAI 03 b Doppel-T-Träger-Steldach



Quelle: baubook.at

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

# Themenbereich: Zertifizierungen

- Zertifizierungen: Überblick
  - Klimaaktiv
- Baubook: Klimaktivkriterien und Produkte

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

## Zertifizierungen in der Bauphysik: Übersicht

### National:

- Klima: Aktiv
- ÖGNI
- TQB




### International:

- BREEAM
- DGNB
- EU-GB
- LEED



Quelle: klimaaktiv.at, ogni.at, ibo.at/gebäudebewertung, dgnb.de

### Klimaaktiv:

Klimaaktiv ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Im Fokus stehen die vier Themenbereiche Bauen und Sanieren, Energiesparen, erneuerbare Energien und Mobilität. Gemeinden, Haushalte und Unternehmen werden von klimaaktiv bei ihren Klimaschutzaktivitäten unterstützt. Die Österreichische Energieagentur ist operativ mit der Umsetzung der Programme und Projekte betraut.

### ÖGNI:

Die ÖGNI – Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft, ist eine NGO (Nichtregierungsorganisation) zur Etablierung der Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienbranche. Ziel der ÖGNI ist es, den Mehrwert von Gebäudezertifizierungen aufzuzeigen, um umwelt- und ressourcenschonende Gebäude, mit hoher wirtschaftlicher und sozialer Effizienz zu schaffen, die über Generationen hinweg flexibel nutzbar sind und sich positiv auf die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Nutzer auswirken. Die ÖGNI wurde 2009 gegründet und ist Kooperationspartner der DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), deren Zertifizierungssystem übernommen, an Österreich adaptiert wurde und seither stetig weiterentwickelt wird. Die ÖGNI ist als einziges österreichisches Council ein „established member“ des WorldGBC (World Green Building Councils) und bestrebt, das europäische Qualitätszertifikat auf internationaler Ebene zu stärken.

### TQB:

Total Quality Building TQB ist als Optimierungsinstrument in der Entwurfs- und Planungsphase für alle am Planungsprozess Beteiligten genauso geeignet wie zur Qualitätssicherung während der Errichtung und zur Validierung der Nachhaltigkeitsziele nach Übergabe. Die Zertifizierungsergebnisse – dokumentiert in einem Planungs- bzw. Errichtungszertifikat – machen die Qualität eines Gebäudes sichtbar und vergleichbar und bringen so Vorteile für die Vermarktung und Sicherheit im Hinblick auf vereinbarte Qualitätsmerkmale. 2010 wurde TQB (Total Quality Building) mit den anderen am österreichischen Markt eingeführten Gebäudebewertungssystemen (z.B. klimaaktiv) harmonisiert und an internationale

Trends angeglichen. Mit Abschluss dieser Arbeiten wurde das adaptierte Bewertungssystem in die ÖGNB – Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – eingebracht. Mit TQB – dem Gütesiegel der ÖGNB – können unterschiedliche Nutzungen (Bürogebäude, Schulen, Hotels, Gewerbebauten, Einkaufszentren...) bewertet und auf Nachhaltigkeit umfassend geprüft werden.

#### **BREEAM:**

BREEAM wurde Ende der 1980er Jahre von BRE (Building Research Establishment) in Großbritannien entwickelt und gilt als erstes Zertifizierungssystem der Welt, das die Nachhaltigkeit von Gebäuden beurteilt. Damit lieferte es einen Maßstab für alle folgenden Zertifikate. Es bestehen Systemvarianten für eine Vielzahl von Gebäudekategorien, wie Bürogebäude, Verkaufsstätten, Industriebauten, Schulen, Gesundheitseinrichtungen, Gerichtsgebäude, Gefängnisse, Hotels, sowie ein eigenes Tool für Siedlungen. Der Wohngebäudekatalog wurde in leicht adaptierter Form in Großbritannien zur verpflichtenden Bauordnung (Code for Sustainable Homes – CSH) erhoben. BREEAM Bewertungsschemata werden laufend auch nationalen bzw. regionalen Besonderheiten angepasst und hier in enger Abstimmung mit einem lokalen Projektteam an Ländergegebenheiten adaptiert.

#### **DGNB:**

Das DGNB-Gütesiegel ([www.dgnb.de](http://www.dgnb.de)) wird in Österreich über die Österreichische Gesellschaft für nachhaltige Immobilienwirtschaft (ÖGNI) vertrieben, abgewickelt und an österreichische Normen adaptiert. Die ÖGNI ist über einen Kooperationsvertrag mit der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) verbunden.

#### **EU-GB:**

Das Ziel einer nachhaltigen Effizienzsteigerung beim Energieeinsatz und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien sind zentrale Bestandteile der EU -Energie- und Klimaschutzpolitik: Die europäische Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden stellte in diesem Zusammenhang einen bedeutenden Meilenstein dar. Vor diesem Hintergrund förderte die Generaldirektion Energie und Verkehr der Europäischen Kommission im Rahmen des Programms "Intelligent Energy - Europe" zahlreiche Projekte. Eines ist das 2007 ins Leben gerufene EU GreenBuilding Programm, das die Erhöhung der Energieeffizienz privater und öffentlicher Dienstleistungsgebäude zum Ziel hat. Am Programm können Unternehmen teilnehmen, die ihren Gebäudebestand verbessern oder besondere Maßnahmen im Neubaubereich setzen - sie können den Status eines EU GreenBuilding Partners oder Corporate Partners erreichen. Für Unternehmen, die ihren Tätigkeitsschwerpunkt im Bereich Energieeffizienz haben, besteht die Möglichkeit, Unterstützer (Endorser) zu werden.

#### **LEED:**

Das amerikanische Gebäudebewertungssystem LEED startete 1993 als Schwerpunktprogramm des US Green Building Councils (USGBC). Es wird von internationalen Investoren oft bevorzugt und erhält Unterstützung einer breiten Plattform aus Akteuren der Bauwirtschaft und der öffentlichen Hand.

## Zertifizierungen in der Bauphysik: Resümee

Themen	National			International			
	Klima:Aktiv	ÖGNI	TQB	BREEAM	DGNB	EU-GB	LEED
Wärmeschutz		X	X		X		
Energieverbrauch	X	X	X	X	X	X	X
Schallschutz	Außenbauteile		X	X	X	X	
	Luftschallschutz (in Gebäuden)		X	X	X	X	X
	Trittschallschutz (in Gebäuden)		X	X	X	X	
	Schalltechnische Anforderungen an haustechnische Anlagen		X	X		X	X
Raumakustik		X	X	X	X		X
Feuchteschutz		X	X		X		
Behaglichkeit	X	X	X	X	X		X
Tageslichtversorgung	X	X	X	X	X		X
Gebäudedichtheit	X	X	X		X		X

Quelle: DI Kranzl, DI Prem, Dr. Pfeiler GmbH; BauphysikerInnen-Tag 2017

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

### Resümee

Das Spektrum eines Bauphysikers umfasst sehr viele und wesentliche Bereiche einer Zertifizierung (sowohl national als auch international) und trägt somit auch zur Umsetzung eines nachhaltigen Gebäudes maßgebend bei. Je früher nachhaltige Aspekte in den Planungsprozess implementiert werden, desto wirtschaftlicher lässt sich ein Gebäudezertifikat umsetzen bzw. aufgrund von optimierten Lebenszykluskosten lässt sich ein Gebäude auch wirtschaftlicher betreiben.

Das Zertifizieren von Gebäuden nach internationalen Zertifikaten hat gezeigt, dass der österreichische Baustandard im Vergleich ein sehr guter ist. Des Weiteren zeigt sich, dass in Österreich errichtete Gebäude nach den Zertifizierungssystemen die sich international durchgesetzt haben (BREEAM, LEED, DGNB) auf hohem Niveau zertifizierbar sind.

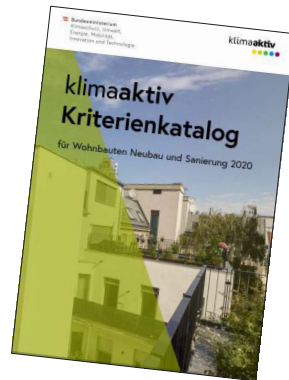
Die Gegenüberstellung bzw. der Vergleich der unterschiedlichen Zertifizierungssysteme zeigt deutlich, dass die nationalen Systeme im Vergleich zu den internationalen Systemen die größte Bandbreite der bauphysikalischen Anforderungen an ein Gebäude abbilden.

Zum Beispiel sind bei ÖGNI sehr umfangreiche bauphysikalische Nachweise zu erbringen, wo bei sich z.B. bei EUGreenBuilding die Nachweisführung rein auf den Energieausweis beschränkt und diese somit sehr einfach zu erbringen ist.

Vergleicht man die bauphysikalischen Anforderungen der Zertifizierungssysteme zeigt sich deutlich, dass gute Zertifizierungsstufen bei den nationalen Zertifikaten schwerer zu erreichen sind als bei den internationalen Systemen.

## klimaaktiv Kriterienkatalog

- Klimaschutzministerium
- Wohnbauten und Dienstleistungsgebäude
- Anlaufstelle: ÖGUT GmbH
- Förderungen
  - [umweltfoerderung.at](http://umweltfoerderung.at)



Quelle: klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Das Klimaschutzministerium hat den klimaaktiv Gebäudestandard entwickelt, um klimafreundliche Neubauten und Sanierungen voranzutreiben. Er ist für Wohnbauten und Dienstleistungsgebäude verfügbar und gibt konkrete Hilfestellung für Immobilienentwicklung, Architektur- und Bauschaffende, Wohnbauträger und Wohnbauförderstellen der Bundesländer sowie für alle, die ein Haus bauen, sanieren oder nutzen. Detaillierte Informationen findet man unter [klimaaktiv.at/bauen-sanieren](http://klimaaktiv.at/bauen-sanieren). Die zentrale Anlaufstelle für alle Fragen zu klimaaktiv Bauen und Sanieren nach dem klimaaktiv Standard ist die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT GmbH). Die Programmleitung wird in allen Bundesländern von Partnern unterstützt. Diese Unternehmen und Institutionen stehen für alle Fragen der Gebäudedeklaration/-bewertung bereit und unterstützen bei der regionalen Verankerung.

Der klimaaktiv Gebäudestandard gibt umfassende Orientierung. Optimierte Planung und Umsetzungscontrolling für nachhaltiges Bauen und Sanieren werden ermöglicht. Mit dem klimaaktiv Gebäudestandard können auch erhöhte Förderungen beantragt werden. Mehr dazu unter [umweltfoerderung.at](http://umweltfoerderung.at).

## klimaaktiv Gebäudestandard 2020



Quelle: klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Der klimaaktiv Kriterienkatalog fasst alle Kriterien des Gebäudestandards zusammen. Dieser macht die Qualität eines Gebäudes messbar und transparent. Es gibt ihn in den Deklarationsstufen „Planung“, „Fertigstellung“ und „Nutzung“:

**Deklaration in der Planung:** Die Planungsdeklaration können Sie bereits in einer sehr frühen Phase der Entwurfsplanung durchführen. Sie ermöglicht Ihnen eine qualitative Beurteilung des Entwurfs mit detaillierter Betrachtung der einzelnen Bauteile und Gewerke bis hin zu Verbesserungsvorschlägen und Variantenbetrachtungen. Nach Abschluss der Planungsdeklaration erhalten Sie die klimaaktiv Urkunde als Bestätigung.

**Deklaration in der Fertigstellung:** Im Rahmen der Fertigstellungsdeklaration werden alle Angaben zu den Kriterien sowie die entsprechenden Nachweise und Messprotokolle zum Gebäude in der Online Plattform hochgeladen. Diese Bewertungsstufe können Sie auch unabhängig von der Planungsdeklaration durchführen. Nach der Plausibilitätsprüfung erhalten Sie die klimaaktiv Urkunde sowie die klimaaktiv Plakette für Ihr Gebäude.

**Deklaration in der Nutzung:** In der Deklarationsstufe Nutzung wird die energetische Qualität des Gebäudes nicht mehr anhand seines berechneten Energiebedarfs, sondern anhand seines realen Energieverbrauchs bewertet. Die Bewertung der Gebäude erfolgt anhand ihrer tatsächlichen energietechnischen Performance. Voraussetzung für die Deklaration in der Nutzung ist, dass das Gebäude bereits klimaaktiv in der Fertigstellung deklariert ist.

Den Kriterienkatalog gibt es für Wohnbauten und verschiedenste Dienstleistungsgebäude – unterschieden nach Neubau und Sanierung. Die Kriterien sind öffentlich zugänglich und kostenlos verfügbar. Aus diesen können Bauschaffende eine für das Gebäude sinnvolle, individuelle Kombination auswählen.

## Klimaaktiv Bewertung

- Insgesamt 1.000 klimaaktiv Qualitätspunkte
  - Gold: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen und mindestens 900 Punkte erreichen
  - Silber: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen und mindestens 750 Punkte erreichen
  - Bronze: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen

Quelle: klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

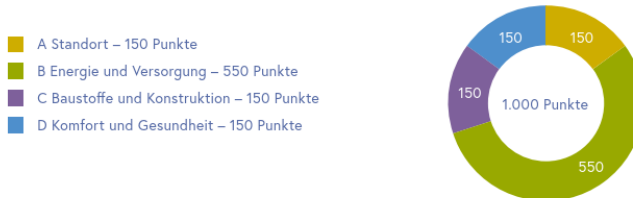
Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

### **Bewertung:**

Insgesamt können 1.000 klimaaktiv Qualitätspunkte erreicht werden. Für die Basisstufe klimaaktiv Bronze müssen mindestens die klimaaktiv Basiskriterien (=Muss-Kriterien) erfüllt werden. Drei Qualitätsstufen können erreicht werden:

- Gold: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen und mindestens 900 Punkte erreichen
- Silber: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen und mindestens 750 Punkte erreichen
- Bronze: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen

## Klimaaktiv Bewertungskategorien



Quelle: klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Die Bewertung und Qualitätssicherung von Gebäuden in klimaaktiv Qualität erfolgt nach einem einfachen 1.000-Punktesystem. Sowohl für die einzelnen Kriterien als auch für die vier Bewertungskategorien sind jeweils maximal erreichbare Punkte definiert. Dem Bereich Energie und Versorgung wird dabei besondere Bedeutung beigemessen.

Die klimaaktiv Kriterien sind in folgende vier Bewertungsbereiche gegliedert:

In der **Kategorie A** Standort sind Infrastrukturangebote und umweltfreundliche Mobilität am Standort von zentraler Bedeutung, ebenfalls bewertet wird das Thema Mikroklima und Grünraum. Denn bereits mit der Festlegung des Standorts wird eine weitreichende Grundsatzentscheidung für die Nachhaltigkeit eines Gebäudes getroffen.

In der **Kategorie B** Energie und Versorgung sind ein niedriger Energiebedarf, geringe CO<sub>2</sub>-Emissionen und ein geringerer Primärenergieeinsatz als in Standardbauten für das Erreichen von hochwertiger klimaaktiv Qualität maßgeblich. Innovative Effizienztechnologien wie Energieflexibilität und Speicher, PV-Erträge und Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit werden bewertet.

In der **Kategorie C** Baustoffe und Konstruktion wird die ökologische Optimierung von der Herstellung eines Gebäudes bis hin zur Entsorgung bewertet. Besonders klimaschädliche Baustoffe und besorgniserregende Substanzen werden ausgeschlossen, die Verwendung umweltschonender Materialien wird belohnt.

In der **Kategorie D** Komfort und Gesundheit werden die Themen Sommertauglichkeit, Verwendung emissionsarmer Baustoffe im Innenausbau und eine optimierte Tageslichtversorgung bewertet. In klimaaktiv Gebäuden ist damit eine überdurchschnittliche Behaglichkeit und gute Raumluftqualität gesichert.



## Klimaaktiv Bewertungskategorien

Num.	Handlungsfelder	Muss-Kriterium	Punkte
<b>A</b>	<b>Standort</b>		<b>max. 150</b>
A.1	Infrastruktur	M	2 bis 75
A.2	Umweltfreundliche Mobilität	M	2 bis 75
A.3	Mikroklima und Grünraum		5 bis 50
<b>B</b>	<b>Energie und Versorgung</b>		<b>max. 550</b>
B.1	Energie		max. 450
B.1.1	Heizwärmebedarf	M	25 bis 150
B.1.2	Primärenergiebedarf	M	50 bis 100
B.1.3	CO <sub>2</sub> -Emissionen	M	50 bis 200
B.1.4	Gesamtenergieeffizienzfaktor $f_{EHE}$ OIB		0 bis 50
B.2	Innovative Effizienztechnologien		max. 150
B.2.1	Energieflexibilität		5 bis 80
B.2.2	PV-Erträge		25 bis 80
B.3	Betrieb und Qualitätssicherung		max. 100
B.3.1	Qualitätssicherung und Verbrauchsprognose		40 bis 50
B.3.2	Energieverbrauchsmonitoring	M (ab 1.000m <sup>2</sup> )	15 bis 40
B.3.3	Gebäudehülle Luftdicht	M	0 bis 20
B.3.4	Wirtschaftlichkeitsberechnungen		10 bis 20

Num.	Handlungsfelder	Muss-Kriterium	Punkte
<b>C</b>	<b>Baustoffe und Konstruktion</b>		<b>max. 150</b>
C.1	Ausschluss von besorgniserregenden Substanzen		max. 0
C.1.1	Ausschluss von ämischäplichen Substanzen	M	0
C.1.2	Ausschluss von PVC	M	0
C.2	Vermeldung von besorgniserregenden Substanzen		max. 50
C.2.1	PVC-Freiheit für weitere Produktgruppen		5 bis 50
C.2.2	Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen (SVHC)		0 bis 10
C.3	Einsetz von klimafreundlichen Bauprodukten und Komponenten		max. 50
C.3.1	Produkte und Komponenten mit Umweltzeichen		5 bis 50
C.3.2	Kältemittel		10 bis 20
C.4	Ökobilanzen		max. 100
C.4.1	Ökoindez OI3	M	0 bis 60
C.4.2	Entsorgungsdikator		0 bis 40
C.4.3	Kreislauffähigkeit und Rückbaukonzept		15 bis 20
<b>D</b>	<b>Komfort und Gesundheit</b>		<b>max. 150</b>
D.1	Thermischer Komfort		max. 50
D.1.1	Thermischer Komfort im Sommer	M	10 bis 50
D.2	Raumluftqualität		max. 110
D.2.1	Raumlufttechnik	M	0 bis 60
D.2.2	Produktmanagement		40 bis 60
D.2.3	Messungen: Formaldehyd und VOC	M (ab 2.000m <sup>2</sup> )	0 bis 20
D.3	Tagelichtversorgung		max. 30
D.3.1	Tagelichtqualität		5 bis 30
	<b>Gesamt</b>		<b>max. 1.000</b>

Quelle: klimaaktiv  
Kriterienkatalog für  
Wohnbauten Neubau  
und Sanierung 2020

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Die abgebildete Tabelle gibt einen Überblick zum Kriterienkatalog für Wohnbauten im Nachweisweg OIB-Richtlinie 6, 2019. Neben der Kennzeichnung der Muss-Kriterien (M) werden auch die erreichbaren Punkte angeführt.

## Klimaaktiv Bewertungskriterien:

### Beispiel A.1 Infrastruktur (M)

- Standort = weitreichende Grundsatzentscheidung
- Versorgungseinrichtungen in fußläufiger Distanz
- Mindestanforderung: zwei Einrichtungen der tägl. Grundversorgung in Entfernung von max. 1000 m Luftlinie

#### Punktevergabe: 2 bis 75 Punkte (Muss-Kriterium)

**Nachweis:** Ein Lageplan des Gebäudes mit Verortung und Benennung der im Einzugsbereich von 300 Meter bzw. 1.000 Meter (Luftlinie) vorhandenen Infrastruktureinrichtungen samt textlicher Erläuterung. Das maximal zulässige Distanzmaß darf nicht durch unüberbrückbare Barrieren (z. B. Autobahn, Bahntrasse, Fluss, undurchdringbare Grundstücke) beeinflusst sein.

Quelle: klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

## A.1 Infrastruktur

Schon mit der Festlegung des Standorts wird eine weitreichende Grundsatzentscheidung für die Nachhaltigkeit eines Gebäudes getroffen. Befinden sich möglichst viele Versorgungseinrichtungen in fußläufiger Distanz und ist das Gebäude gut an die zum Wohnen und Arbeiten notwendige Infrastruktur angeschlossen, trägt das stark zur Zufriedenheit bei Nutzerinnen und Nutzern bei. Eine gute Standortqualität ist auch wesentlich für die Reduktion von Verkehrsemissionen: Autos werden seltener benötigt, die Lebensqualität im direkten Arbeits- und Wohnumfeld wird verbessert. Aus diesem Grund wird von klimaaktiv zumindest eine minimale Grundversorgung vorausgesetzt. Bewertet werden Infrastruktureinrichtungen aus den folgenden Gruppen:

- Tägliche Grundversorgung wie Supermarkt, Bäckerei, Gastronomie
- Soziale Infrastruktur wie Kinderbetreuung, Bildungseinrichtung, medizinische Versorgung
- Freizeitinfrastruktur wie Park, Sporteinrichtung, Kulturzentren
- Dienstleistungen wie Post, Verwaltung, Dienstleistungsbetriebe

Die Mindestanforderung gilt als erfüllt, wenn mindestens zwei Einrichtungen der täglichen Grundversorgung in einer Entfernung von maximal 1.000 Meter Luftlinie vorhanden sind oder zumindest eine derartige Einrichtung durch eine Einrichtung der sozialen Infrastruktur ergänzt wird. Anrechenbar sind auch Einrichtungen, die während der Bauphase des Gebäudes zusätzlich geschaffen werden.

In der Bewertung werden für jede anrechenbare Infrastruktureinrichtung innerhalb von 300 Meter Luftlinie acht Punkte angerechnet. Liegt die Infrastruktureinrichtung in einer Distanz von maximal 1.000 Meter wird ein Punkt angerechnet.

## Klimaaktiv Bewertungskriterien:

Beispiel C.4 Ökobilanzen

- Ökologische Wertigkeit Konstruktion & Gesamtbauwerk Lebenszyklus
- Ökoindex OI3 = Musskriterium

**Punktevergabe: 0 bis 60 Punkte (Muss-Kriterium oder alternativ C.4.1b)**

**Nachweis:** Die Berechnung des  $OI3_{BG3,BZF}$  oder  $OI3S_{BG3,BZF}$  und Dokumentation erfolgt über die Bauphysik-Softwareprogramme Archiphysik, AX3000, Ecotech oder das Onlinetool eco2soft. Pläne, Aufbautenliste, Dokumentation der verwendeten Nutzungsdauer von Bauteilschichten, Ermittlung der Bezugsfläche BZF.

**Punktevergabe: 0 bis 20 Punkte (Muss-Kriterium oder alternativ C.4.1a)**

**Nachweis:** Die Berechnung des  $OI3_{BG1,BGF}$  oder  $OI3S_{BG1,BGF}$  und Dokumentation erfolgt über die Bauphysik-Softwareprogramme Archiphysik, AX3000, Ecotech und GEQ oder das Onlinetool eco2soft.

Quelle: klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020

### C.4 Ökobilanzen

Mit dem „Ökoindex“ (OI3-Indikator) lässt sich die ökologische Wertigkeit der Konstruktionen bzw. des Gesamtbauwerks im Lebenszyklus beurteilen. Der Wert des Ökoindex für ein Gebäude ist umso niedriger, je weniger nicht erneuerbare Energie eingesetzt und je weniger Treibhausgase und andere Emissionen bei der Produktion der Baustoffe und der Errichtung und Instandhaltung des Gebäudes abgegeben werden.

#### C.4.1 Ökoindex OI3 (M)

Der Ökoindex kann entweder für das Gesamtgebäude BG3 (OI3BG3,BZF) oder nur für die thermische Gebäudehülle BG1 (OI3BG1,BGF) ermittelt werden.

##### C.4.1a Ökoindex des Gesamtgebäudes BG3

Der Ökoindex des Gesamtgebäudes nach BG3 enthält die vollständigen Konstruktionen der thermischen Gebäudehülle mit Zwischendecken und Innenwänden sowie Kellerbauteilen und unbeheizten Pufferräumen exkl. offener Erschließungsbereiche wie Stiegenhäuser und Loggien. Ab der Bilanzgrenze BG3 müssen die Nutzungsdauer für die Bauteilschichten hinterlegt sein. Dabei werden neben der Ersterrichtung auch erforderlichen Sanierungs- und Instandhaltungszyklen im Laufe der Gesamtlebensdauer eines Gebäudes berücksichtigt. Der Betrachtungszeitraum beträgt 100 Jahre.

##### C.4.1b alternativ: Ökoindex der thermischen Gebäudehülle – BG1

Die Ökoindex-Berechnung kann vereinfacht auch nur für die thermische Gebäudehülle inklusive aller Zwischendecken durchgeführt werden. Dafür werden um zwei Drittel weniger klimaaktiv Punkte vergeben. Austauschzyklen werden dabei nicht berücksichtigt. Die Konstruktionen sind für die Bilanzgrenze 1 vollständig zu erfassen (inkl. Abdichtungen, Dacheindeckung, vorgehängte Fassaden etc.).

Zertifizierungen: klimaaktiv

46

## Baubook: Klimaaktivkriterien und Produkte

Beispiel: Alternativprodukte für Dämmung

The screenshot shows the Baubook website interface. The left sidebar contains a tree view of product categories, with 'Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (49)' expanded. The main content area displays search results for 'Schafwolle dämmstoffe'. A table lists products with columns for 'Titel', 'Anbieter', and 'Firma'. The table contains three entries for 'Isoliere Schafwolle' from 'SOLENA Naturfaserverlebe GmbH'. Below the table, there are links for 'Kriterien und Produkte' and 'Suche'.

Quelle: [baubook.at/kahkp/](https://www.baubook.at/kahkp/)

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Zertifizierungen: klimaaktiv

47

## Baubook: Klimaaktivkriterien und Produkte

Beispiel: Alternativprodukte für Dämmung

This screenshot is similar to the previous one but highlights specific criteria in a red box. The criteria listed are: 'Kriterien 2020 | Wohn- u. Dienstleistungsbauwerke', 'Kriterienkatalog 2017 Neubau/Sanierung', and 'Kriterienkatalog Dienstleistungsbauwerke 2017'. Each criterion has a list of sub-points with checkboxes indicating compliance. The 'Schafwolle dämmstoffe' product is highlighted in the table above.

Quelle: [baubook.at/kahkp/](https://www.baubook.at/kahkp/)

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

# EU Taxonomie

- EU Taxonomie: Überblick
- Ziele, Grenzwerte und Instrumente
- Zusammenhang Klimaaktiv

## „7. Baugewerbe und Immobilien“

### 7.1) Neubau

### 7.2) Renovierung bestehender Gebäude

7.3) Installation, Wartung und Reparatur von energieeffizienten Geräten

7.4) Installation, Wartung und Reparatur von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Gebäuden (...)

7.5) Installation, Wartung und Reparatur von Geräten für die Messung, Regelung und Steuerung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

7.6) Installation, Wartung und Reparatur von Technologien für erneuerbare Energien

### 7.7) Erwerb von und Eigentum an Gebäuden

## Das generelle Prinzip der EU Taxonomie

### 6 Umweltziele:

1. Klimaschutz;
2. Anpassung an den Klimawandel;
3. die nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasser- und Meeresressourcen;
4. der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft;
5. Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung;
6. der Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und der Ökosysteme.

Quelle: EU Taxonomieverordnung

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

„Taxonomie Taxonomie-konform“ sind somit Tätigkeiten, welche für ein Umweltziel die Anforderungen für den „wesentlichen Beitrag“ erfüllen und für die verbleibenden anderen Ziele zumindest die DNSH-Anforderungen einhalten.

DNSH...Do no significant harm = keinen nennenswerten Schaden anrichten

- Für jede wirtschaftliche Tätigkeit eines Unternehmens wird zumindest ein Ziel als „wesentlicher Beitrag“
- Für die verbleibenden fünf anderen Ziele ist der Nachweis zur „Vermeidung wesentlicher Beeinträchtigungen“ (DNSH) zu erbringen.
- Die Nachweisanforderungen werden von der EU Kommission definiert.

## Die sechs EU -Umweltziele : Was liegt derzeit vor?

Umweltziel	EU-Definition "Wesentlicher Beitrag"	EU-Definition "Do not significant harm"?	Anmerkungen mit Bezug zu nationalen Nachweiswegen
<b>Klimaschutz</b>	JA	JA	Empfohlener Hauptnachweisweg für Österreich
<b>Klimawandel</b>	JA	JA	Bis zur Klärung offener Fragen nur bedingt anwendbar
<b>Wasser</b>	Demnächst – Juni 23	JA	Überschaubare DNSH- Anforderungen
<b>Kreislaufwirtschaft</b>	<b>Demnächst – Juni 23</b>	JA	Überschaubare DNSH- Anforderungen; wenig etabliert
<b>Umweltschutz</b>	Demnächst – Juni 23	JA	Gut etablierte Anforderungen, umfassende Nachweistiefe
<b>Biodiversität</b>	Demnächst – Juni 23	JA	Klar definierte Anforderungen, teilweise "fordernd"

Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Warum empfiehlt „klimaaktiv“ aktuell das Umweltziel **Klimaschutz** als „wesentlichen Beitrag“ und nicht **Anpassung an den Klimawandel**?

- Bekanntes Terrain: Energieeffizienz und „erneuerbare Energie“ sind bereits Kernzielsetzungen; Maßnahmen und Nachweiswege sind bestens im Planungsalltag etabliert.
- KWA objektiv „größerer Aufwand“: wird Klimawandelanpassung als „wesentlicher Beitrag“ gewählt, dann müssen die notwendigen Anpassungsmaßnahmen mit Fertigstellung bereits umgesetzt sein.
- Kosten: Es ist gegenwärtig davon noch auszugehen, dass bei KWA in der Nachweisführung hohe Erstkosten und Folgekosten entstehen.
- Anrechenbarkeit: Kein Umsatz, nur CAPEX und OPEX anrechenbar!

[Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH]

CapEx ... (kurz für Capital Expenditures oder Capital Expenses) kann mit Investitionsausgaben übersetzt werden.

OpEx ... Operational Expenditures = Betriebsausgaben

## Entscheidungsstrategie zur EU-Taxonomie im Gebäudesektor

Verwertungsabsicht (= Eigennutzung oder Vermietung an Dritte)

- ja: → Anforderungen an 2 Umweltziele: Klimaschutz; Anpassung an den Klimawandel;

- nein: → Neubaueigenschaft (= Baueinreichung ab 31.12.2020)?

Neubaueigenschaft (= Baueinreichung ab 31.12.2020)

- ja: → Anforderungen an alle 6 Umweltziele

- nein: → Renovierungstätigkeit (umfassende Sanierung?)

Renovierungstätigkeit (umfassende Sanierung?)

- ja: → Anforderungen an 5 Umweltziele; keine Anforderung an „Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und der Ökosysteme“

- nein: → Anforderungen an 2 Umweltziele: Klimaschutz; Anpassung an den Klimawandel;

Quelle: gemäß Annex I zu „Delegierte Verordnung (EU) C/2021/2800“

## Neubau / Sanierung / Bestand: Anforderungen im Überblick

Umweltziel	Neubau	Renovierung	Erwerb und Vermietung
<b>Klimaschutz</b>	JA, minus 10% BauO	JA, BauO San.	JA, "Beste 15% Bestand"
<b>Klimawandel</b>	DNSH: Abschätzung von Risiko und Vulnerabilität für Nichtwohngebäude und (sozial) Wohnhäusern Ggf.: Maßnahmen zur Steigerung der Anpassungsfähigkeit		<b>Bauträgerschaft oder Errichter nutzen Immobilien selbst oder vermieten! Mietsektor!</b> Empfehlung: so viel wie möglich nachweisen.
<b>Wasser</b>	<b>Bauträgerschaft oder Errichter verwerten Immobilien nach Fertigstellung an „Dritte“: Eigentumssektor!</b>		
<b>Kreislaufwirtschaft</b>	DNSH: Kreislaufwirtschaft (Wiederverwendung von Bauteilen, Wiederverwertung)		Keine Anforderungen
<b>Umweltschutz</b>	DNSH: Umfassendes Produkt- und Chemikalienmanagement, hohe Nachweistiefe!		Keine Anforderungen
<b>Biodiversität</b>	kein Neubau auf wertigen Böden, UVP, Biotopschutz		Keine Anforderungen

Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH bzw. EU-Taxonomiekonformität im Gebäudesektor; Erläuterungen zum Nachweisweg mit klimaaktiv; Gemäß Annex 1 – Wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz; 2023



## Mindestanforderungen für Gebäude gemäß EU-Taxonomie (Wesentlicher Beitrag für den Klimaschutz)

	7.1 Neubau	7.2 Renovierung	7.7 Erwerb und Eigentum
<b>Wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz (Annex 1 EU-Taxonomie)</b>	1. Der Primärenergiebedarf liegt mindestens 10 % unter dem Schwellenwert, der für die Anforderungen an ein Niedrigstenergiegebäude (NZEB) in den nationalen Maßnahmen festgelegt wurde.  2. Gebäude > 5.000m <sup>2</sup> : Luftdichtheitstest, Thermografie und  3. Global Warming Potential (GWP) im Lebenszyklus	Zwei alternative Nachweismöglichkeiten:  a) Die Gebäudesanierung entspricht den geltenden Anforderungen für größere Renovierungen gemäß nationalen Vorgaben.  b) Es wird eine relative Verbesserung von mind. 30 % Reduktion des Primärenergiebedarfs gegenüber dem Status vor Sanierung erreicht.	1. nach 31.12.2020 gebaut: Das Gebäude erfüllt die Anforderungen lt. Neubau (siehe 7.1).  2. vor 31.12.2020 gebaut: a) Energieausweis der Klasse A b) alternativ: das Gebäude zählt zu den besten 15 % des nationalen oder regionalen Gebäudebestands  3. für größere Nichtwohngebäude (> 290 kW Nennleistung HKL-Technik; effizienter Betrieb durch Energiemanagement.

Quelle: EU-Taxonomiekonformität im Gebäudesektor: Erläuterungen zum Nachweisweg mit klimaktiv; Gemäß Annex 1 – Wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz; klimaktiv, 2023

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

## Anforderungen PEB

Zulässiger Primärenergiebedarf nicht erneuerbar für Heizenergie und Beleuchtung für Nichtwohngebäude laut Nationalem Plan und OIB-RL 6, Pkt. 5.2.3a; für Wohngebäude ohne Beleuchtung

Nutzungsprofil	PEB <sub>NEB,NEB,ren,em</sub> in [kWh/m <sup>2</sup> .a] (Wohnbau)		PEB <sub>NEB,NEB,ren,em</sub> in [kWh/m <sup>2</sup> .a] bei 3 Meter Bruttogeschöböhe.		klimaktiv Neubau MINDESTANFORDERUNGEN ALLE SYSTEME, erneuerbar <u>und</u> nicht erneuerbar
	Neubau EU-Taxonomie -10%	Neubau EU-Taxonomie -10%	Neubau EU-Taxonomie -10%	PEB <sub>u</sub> gemäß Energieausweis	
Wohngebäude	41	36,9	n.a.	n.a.	90
Bürogebäude	84	75,6	100	90	160
Bildungseinrichtungen	78	70,2	94	84,6	100
Krankenhäuser	125	112,5	141	126,9	350
Heime	99	89,1	115	103,5	200
Beherbergungsbetriebe	111	99,9	127	114,3	180
Gaststätten	80	72,0	96	86,4	200
Veranstaltungsstätten <sup>18</sup>	80	72,0	96	86,4	160
Sportstätten	89	80,1	105	94,5	210
Verkaufsstätte	115	103,5	131	117,9	200

Quelle: Erklärung zu § 118 der Bauordnung für Wien (BO) (gültig ab 01.01.2021) Wärmeschutz, Energieeffizienz, hocheffiziente alternative Systeme, solare Energieträger (gemäß LGBl. Nr. 66/2020 vom 13.10.2020 und OIB-RL 6: 2019, WBTV 2020 ab 01.02.2020). Anmerkung: In Entsprechung des Nationalen Plans und zu OIB-RL 6, Pkt. 5.2.3.a) (2019) Grafik aus EU-Taxonomiekonformität im Gebäudesektor; Erläuterungen zum Nachweisweg mit klimaktiv; Gemäß Annex 1 – Wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz; klimaktiv, 2023

18)Veranstaltungsstätten einschließlich Mehrzweckgebäude

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

## 7.7 Erwerb und Eigentum: 2.a. EAW Klasse A

**Energieausweis für Wohngebäude**

OIB

BEZEICHNUNG  
Gebäude (nr)  
Nutzungsart  
Straße  
PLZ/Ort  
Grundstück

Umrechnungsfaktor  
Bauphase  
Letzte Veränderung  
Kategorie/Gemeinde  
KG-Nr.  
Seitenhöhe

Spezifischer Referenz-Wärmebedarf, Primärenergiebedarf, Koeffizientenkorrekturfaktoren und Gesamteffizienzfaktor gemäß aktueller STANDORTKATEGORIE (SK) und Energieeffizienzklasse (EEK)

EEK: A++, A+, A, B, C, D, E, F, G

Klasse	HWB <sub>Ref,SK</sub> [kWh/m²a]	PEB <sub>SK</sub> [kWh/m²a]	CO <sub>2,Ref,SK</sub> [kg/m²a]	f <sub>EEK</sub> [-]
A++	10	60	8	0,55
A+	15	70	10	0,70
A	25	80	15	0,85
B	50	160	30	1,00
C	100	220	40	1,75
D	150	280	50	2,50
E	200	340	60	3,25
F	250	400	70	4,00
G	> 250	> 400	> 70	> 4,00

Man müsste in 4 Kategorien alle Klassen auf A (oder besser) erfüllen.

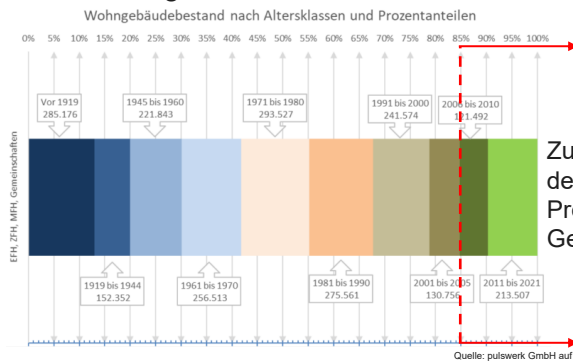
Quelle: OIB 6, 2019

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

## 7.7 Erwerb und Eigentum: 2.b. beste 15 %



Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

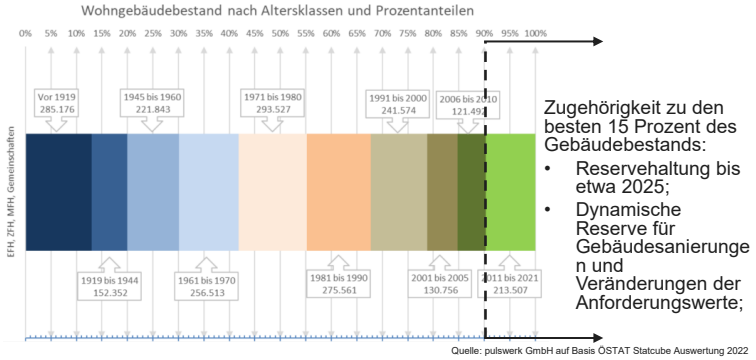
Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

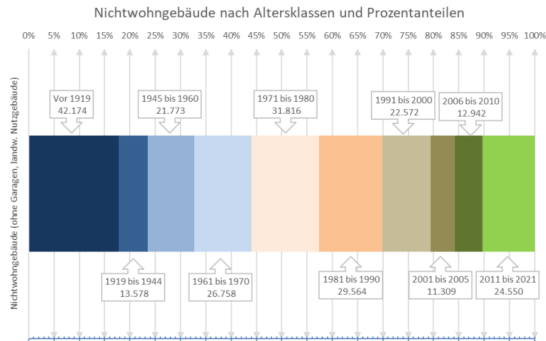
Logische Schlussfolgerung [Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH]

- I. In den letzten 15 Jahren wurden 15 Prozent des nationalen Gebäudebestands NEU errichtet.
- II. Diese neu errichteten Gebäude sind mindestens um 30 bis 50 Prozent energieeffizienter als alle neu errichteten Gebäude davor, weil sie das Baugesetz einhalten.
- III. (Die Sanierungsanforderungen waren nie strenger als die aktuellen Neubauanforderungen.)

## 7.7 Erwerb und Eigentum: 2.b. beste 15 %



## 7.7 Erwerb und Eigentum: 2.b. beste 15 %



Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

Bei Unsicherheit zum Gebäudestatus im Bestand [Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH]

- I. Erfüllt das Gebäude die Primärenergie-Anforderungen an umfassende Sanierungen gemäß Nationaler Plan?
- II. JA: das Gebäude ist taxonomie-konform im Bestand; mit einem Sanierungsfahrplan erhöht man zusätzlich die Effizienz.
- III. NEIN: Umfassende Sanierung als Basis für Konformität mit der EU-Taxonomie. Es wird dabei einen Wechsel des nicht erneuerbaren Energieversorgungssystems vornehmen müssen und Maßnahmen an der thermischen Hülle vornehmen.

Empfehlung: Diese Überprüfung macht man immer!

Schlussfolgerung [Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH]

Bestandsgebäude mit Gasversorgung oder mit Fernwärme auf ausschließlich nicht erneuerbarer Basis sind in den allermeisten Fällen nicht Taxonomie Taxonomie-konform. → Sie müssen saniert werden.

Bestandsgebäude mit erneuerbarer Versorgung, Wärmepumpe oder mit hocheffizienter Fernwärme mit Kraft-Wärme-Wärme-Kopplung sind im Bereich PEB fast immer Taxonomie Taxonomie-konform. → Sanierungsfahrplan zur Verbrauchsreduktion.

Die EU -Taxonomie wird als Finanzinstrument wesentlich dazubeitragen, dass der Gebäudesektor sukzessive klimaneutral wird.

60

## Umweltziel: Anpassung an den Klimawandel

- Hoher Aufwand beim Nachweis: bei Minimalvariante (DNSH): Risiko und Vulnerabilitätseinschätzungen für die 4 IPCC IPCC-Szenarien gefordert, langfristige Perspektive (30 – 50 Jahre)
- Risikoeinschätzung gebäudespezifisch!
- Temperatur (z.B. Hitze- oder Kältewellen, Flächenbrand), Wind (z.B. Sturm), Wasser (z.B. Niederschlag, Hochwasser), Feststoffe (z.B. Bodenerosion, Lawinen, Erdbeben)
- Erstinstufung Bestand: <https://www.hora.gv.at/>  
→ Zukunftseinschätzung notwendig!

Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

61

## Umweltziel: die nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasser- und Meeresressourcen

- Gültig nur im Nichtwohnungsbau & bei großen Wohnhäusern (multiresidential buildings)
- Im Wesentlichen: Wasserspararmaturen einbauen
  - a) Wasserhähne an Handwaschbecken und Spülenarmaturen haben einen maximalen Wasserdurchfluss von 6 Litern/min;
  - b) Duschen haben einen maximalen Wasserdurchfluss von 8 Litern/min;
  - c) Toiletten, einschließlich WC Anlagen, Becken und Spülkästen, haben ein volles Spülvolumen von höchstens 6 Litern und ein durchschnittliches Spülvolumen von höchstens 3,5 Litern;
  - d) Urinale verwenden höchstens 2 Liter/Becken/Stunde. Das volle Spülvolumen von Spülurinalen beträgt höchstens 1 Liter.

Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafellner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

## Umweltziel: der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft

- Bislang noch ein Entwicklungsfeld
- Rückbaukonzept (z.B. BauKarussell, Materialnomanden ) bei Neubau und Sanierung in den Planungs- und Entscheidungsprozess integrieren
- (nicht-gefährliche) Bau- und Abbruchabfälle, die auf der Baustelle entstehen, werden mindestens zu 70 Gewichtsprozent so aufbereitet, dass sie Reuse, Recycling oder sonstiger stofflicher Verwertung (Hinterfüllung, etc.) zugeführt werden können (70% ohne Bodenaushub)
- Abfallaufkommen auf der Baustelle möglichst gering halten
  - a) durch selektive Rückbaumaßnahmen (die Wiederverwendung und hochwertiges Recycling ermöglichen)
  - b) und sicheren Umgang und Entsorgung gefährlicher Stoffe;
  - c) Nutzung von Sortiersystemen bereits auf der Baustelle

Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH

## Umweltziel: Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung

- Mitunter hoher technisch-administrativer Aufwand
- Hoher Aufwand: Produktkataloge, branchenspezifische Vorgaben, CE-Kennzeichnung für Bauprodukte als ein Lösungsansatz
- Produkt- und Chemikalienmanagement umsetzen!
- Für Neubauten und Sanierungen gilt: Baustoffe, die in direktem Kontakt mit NutzerInnen kommen können (Farben, Lacke, Beschichtungen, Decken-, Bodenbeläge, relev. Kleber und Dichtstoffe, Innendämmungen sowie Oberflächenbehandlungen im Innenbereich, u.a. Feuchteschutz, zur Schimmelvermeidung, ...)

Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH

64

Umweltziel: Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und der Ökosysteme

- klare Vorgaben, hoher Prüfaufwand
- Wesentlichste Herausforderung in Österreich: Neubau auf „Böden mittlerer / hoher (landwirtschaftlicher) Bonität“ sind nicht taxonomiefähig.
- STRITTIG: Bereits gewidmetes Bauland wird hinsichtlich der vorab durchgeführten Genehmigungsverfahren als „Bauland“ behandelt.
- Instrumente: UVP, Naturschutzrecht, etc.

Quelle: Robert Lechner, pulswerk GmbH

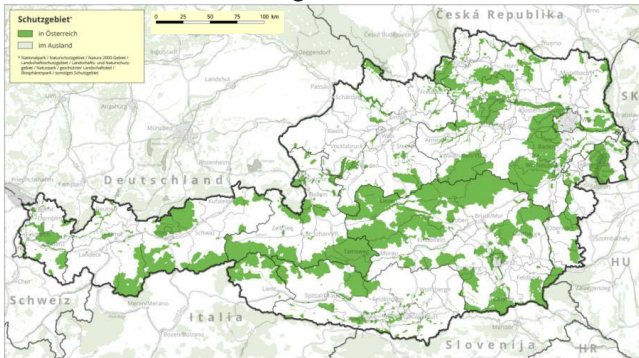
Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC

65

Biodiversität: z.B. Schutzgebiete in Österreich 2021



Quelle: Bundesländer (Datenhalter), Umweltbundesamt GmbH (Datenverteilung) Raumdaten: Politische Bezirke – Wien gesamt (Gebietsstand 2021); Herausgeber: ÖROK Geschäftsstelle der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK); Bearbeitung und Kartographie: oif Projektbüro und Universität Wien

Ass.Prof. BM DI Dr.techn. Hans Hafelner  
10.05.2023

Logistikwerkstatt

Nachhaltigkeit im Hochbau  
IBPSC









# **Nachhaltigkeit – ein gesamtheitlicher Ansatz an einem Beispiel aus der Praxis**

Markus Winkler

## Markus Winkler

- Project Manager, TGW Logistics Group



LOGISTIKWERKSTATT 2023  
**NACHHALTIGKEIT –  
EIN GESAMTHEITLICHER  
ANSATZ AN EINEM  
BEISPIEL AUS DER PRAXIS**

**thermoplan**  
Swiss Quality Coffee Equipment

**T&W**  
LIVING LOGISTICS



**WIE WÄRE ES  
MIT KAFFEE?**

**thermoplan**  
Swiss Quality Coffee Equipment

**T&W**  
LIVING LOGISTICS



VIDEO STATEMENT

**FABIAN HEFTI, THERMOPLAN AG**



THERMOPLAN

## COMPANY STATEMENT



**thermoplan**  
Swiss Quality Coffee Equipment

## Exzellenz. Genuss. Verantwortung.

Premium-Kaffee genießen und hochwertigste Kaffeefullautomaten herzustellen, ist Luxus. Ein Privileg, das Menschen zusammenbringen kann, besondere Momente kreiert und nicht zuletzt Arbeitsstellen schafft. Thermoplan trägt ihren Teil dazu bei, dass auch die nachfolgenden Generationen ebendiese Privilegien genießen können. Aufbauend auf drei Grundpfeilern, sind wir achtsam im Umgang miteinander, optimieren und reduzieren Ressourcen an den richtigen Stellen, verbessern unsere Produkte zugunsten unserer Kunden sowie der Umwelt mithilfe modernster Technologien. So lernen wir jeden Tag ein Stück mehr, unseren Fussabdruck auf der Erde möglichst klein zu halten.

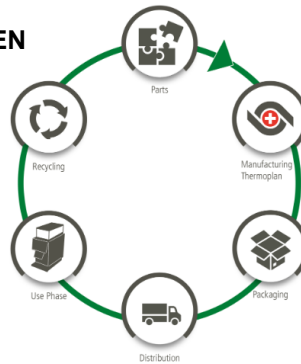
**T&W**  
THERMOPLAN LOGISTICS

THERMOPLAN

## VERANTWORTUNG ÜBERNEHMEN

### Product Environmental Report

Wir übernehmen Verantwortung für unsere Produkte während ihres gesamten Lebenszyklus, einschliesslich der Materialien, aus denen sie hergestellt werden, der Menschen, die sie montieren, und des Ressourcenverbrauchs während der Nutzungsphase. Wir konzentrieren uns auf die Bereiche, in denen wir am meisten für unseren Planeten bewirken können: Reduzierung der Auswirkungen auf den Klimawandel, Schonung wichtiger Ressourcen im Produkt und während der Nutzungsphase.



**thermoplan**  
Swiss Quality Coffee Equipment

**T&W**  
THERMOPLAN LOGISTICS

Verantwortung über die ganze Supply-Chain hinweg.



## EINE TASSE KAFFEE ...

thermoplan  
Swiss Quality Coffee Equipment

TEW  
ENERGY LOGISTICS



THERMOPLAN

## FOKUS - „EINE TASSE KAFFEE“

- **Benötigte Ressourcen**
  - Kaffeepulver
  - Wasser
  - Milch
  - Energie
- **Kontinuierliche Verbesserung von**
  - Effizienz (ergiebiger Nutzung von Ressourcen und Energie)
  - Konsistenz (naturverträgliche Stoffkreisläufe, Wiederverwertung, Müllvermeidung)

... der Vollständigkeit halber: **Suffizienz** (Verringerung von Produktion und Konsum)

thermoplan  
Swiss Quality Coffee Equipment

TEW  
ENERGY LOGISTICS



THERMOPLAN

## VERBESSERUNG EFFIZIENZ UND KONSISTENZ IN DER NUTZUNGSPHASE

**Product**

Wir setzen uns für einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen ein und verpflichten uns zur Kreislaufwirtschaft.

**Milch** – Minimierung der Abfälle

**Kaffee** – Maximale Effizienz bei der Kaffeeextraktion

**Energie** – Kontinuierliche Erhöhung der Energieeffizienz aller Maschinen

**Materialien** – Ermöglichung der Kreislaufwirtschaft durch Ecodesign

**Verbrauchsgüter** – Reduktion in der Lieferkette um 50% bis 2030

**Wasser** – Reduktion des Abwassers der Maschinen um 50% bis 2030



Bezogen auf das Produkt lässt sich bereits viel bewirken...

THERMOPLAN

## ÜBER DIE MASCHINE HINAUS...

**Bauteile**

**Kohlenstoff-Fussabdruck auf Bauteileebene**

**Vertrieb**

**Weitere Emissionen reduzieren**

Für die Berechnung der Emissionen bei der Auslieferung nutzen wir LKW-Transport zum Hafen in Rotterdam und eine gewisse Strecke per Schiff, um eine durchschnittliche Beförderungsstrecke zu ermitteln, da unsere Maschinen weltweit verfügbar sind. Durch rechtzeitige intelligente Produktionsplanung stellen wir sicher, dass Fluglieferungen vermieden werden können.

**Verpackung**

**Teil des Kreislaufs**

Wie Sie in der obigen Übersichtstabelle sehen können, trägt die Verpackung nur einen sehr geringen Anteil zum gesamten Kohlenstoff-Fussabdruck einer Kaffeemaschine bei. Die gebrauchte Verpackung ist jedoch recycelbar und findet ihren Weg zurück in den Ressourcenkreislauf.

**Recycling**

**Jeden Tag etwas besser**

Im Einklang mit unserer Strategie wollen wir den Anteil an kreislauffähigen Maschinenkomponenten auf ein sinnvolles Mass erhöhen. Ausserdem werden wir in Zukunft den Anteil an recycelten Materialien in unseren Kaffeemaschinen erhöhen. Auf diese Weise können wir dieses Potenzial in Zukunft.



... aber auch über das Produkt hinaus gilt es viele Aspekte zu beachten.



THERMOPLAN

PRODUKTIONSSTÄTTE (ASSEMBLIERUNG UND LOGISTIK)

<p><b>Produktion Thermoplan</b></p>  <p>100% erneuerbare Energie Wir produzieren unsere Kaffeemaschinen mit 100% erneuerbaren Energien an unserem Hauptsitz in Wiggis. Über 10% des Stroms produzieren wir mit unserer eigenen Photovoltaik-Anlage. Den Rest beziehen wir aus Wasserkraftwerken. Zum Heizen unseres Gebäudes verwenden wir Holzschrotzel aus einem nahegelegenen Fernwärmenetz. Durch ständige Verbesserungen bemühen wir uns, Energie so effizient wie möglich zu nutzen.</p>	<p><b>Neue Wege</b> Was ist unique?</p> <p>unique ist der Name für unser Neubau-Projekt. Er ist synonym für ein starkes Involvement aller Mitarbeitenden von Projektbeginn an, um gemeinsam bestmögliche Erfolge zu erzielen. Auch drücken wir mit dem Namen unsere Offenheit gegenüber neuen Technologien und den Fokus auf Nachhaltigkeit aus. Ein Bau in dieser Art und Methodik ist in der Schweiz noch nicht selbstverständlich.</p>	
---	---	---



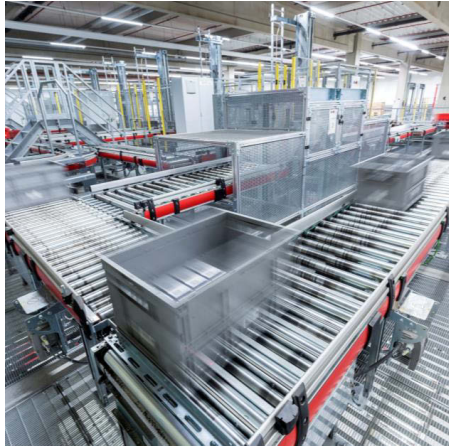


Auf Anlagenebene betrachten wir die Arbeitsabläufe und die Funktion des Verteilzentrums oder Fulfillment Centers. Um gute Leistung erzielen, muss nicht alles gleichzeitig passieren.

## KINGDRIVE®- FÖRDERTECHNIK

Niedriger Energieverbrauch ist TGW-Standard

- **Effizienz**
  - Energierückgewinnung der Bremsenergie (Rekuperation) der Rollen und Rückspeisung in das KingDrive®-Netzwerk
  - Hocheffiziente Motoren sparen 5-10 % Energie
- **Suffizienz**
  - Drive on demand, automatische Abschaltung



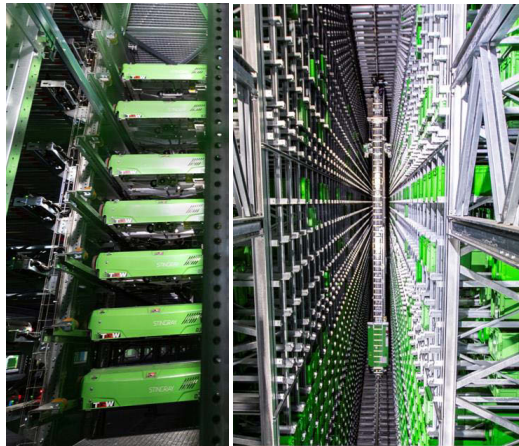
**thermoplan**  
Swiss Quality Coffee Equipment

**TGW**  
LIVING LOGISTICS

## LAGERTECHNIK UND STINGRAY® SHUTTLE-SYSTEM

Minimaler Energieverbrauch

- **Aktive Energierückgewinnung**
- **Multi-Achsen-Bewegungskoordination**
- **Leichtbau und optimiertes Design**
- **Energierückgewinnung auf mehreren Ebenen**



**TGW**  
LIVING LOGISTICS

## ERWEITERTE ASPEKTE DER NACHHALTIGKEIT

- **Maximale Raum(Platz)-Nutzung**
  - Bestehende Gehwege für Automatisierungswege mitnutzen
- **Flexibilität Erweiterbarkeit / Wiederverwendung**
  - Mit kontinuierlichen Verbesserungen Nachhaltigkeit fördern
- **Bedarfsorientierte Belieferung**
  - Lieferungen erlauben Klein- und Kleinstlieferungen

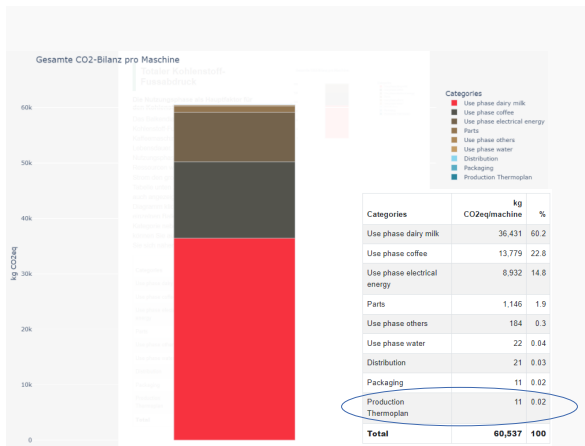


## THERMOPLAN

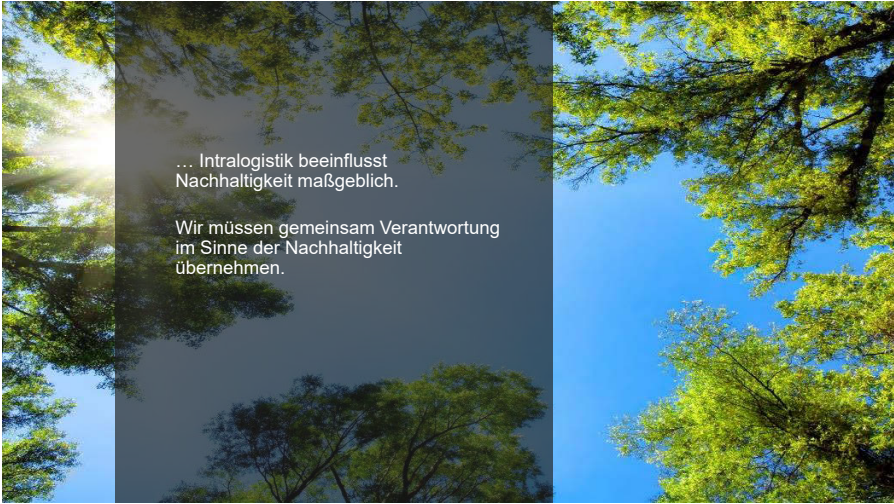
### CO2 FOOTPRINT

#### Totaler Kohlenstoff-Fussabdruck

Die Nutzungsphase als Hauptfaktor für den Kohlenstoff-Fussabdruck  
 Das Balkendiagramm zeigt den gesamten Kohlenstoff-Fussabdruck einer Kaffeemaschine während ihrer gesamten Lebensdauer. Es ist ersichtlich, dass die Nutzungsphase und insbesondere die Ressourcen wie Milchprodukte, Kaffee und Strom den grössten Anteil ausmachen. Die Tabelle unten zeigt die genauen Werte, die auch angezeigt werden.







... Intralogistik beeinflusst Nachhaltigkeit maßgeblich.

Wir müssen gemeinsam Verantwortung im Sinne der Nachhaltigkeit übernehmen.



... Intralogistik beeinflusst Nachhaltigkeit maßgeblich.

Wir müssen gemeinsam Verantwortung im Sinne der Nachhaltigkeit übernehmen.

**HERZLICHEN DANK**

Markus Winkler









# **Nachhaltige Lösungen entlang der Value Chain**

Samuel Krauser



## Samuel Krauser

- Produktmanager Knapp AG



knapp.com | photo



knapp.com | photo

# 06. April 2023

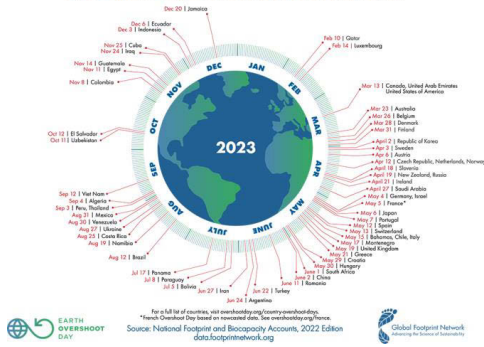
## Overshoot Day 2023 - Austria

knapp.com | public

### Wann haben wir unsere Ressourcen für ein Jahr aufgebraucht?

#### Country Overshoot Days 2023

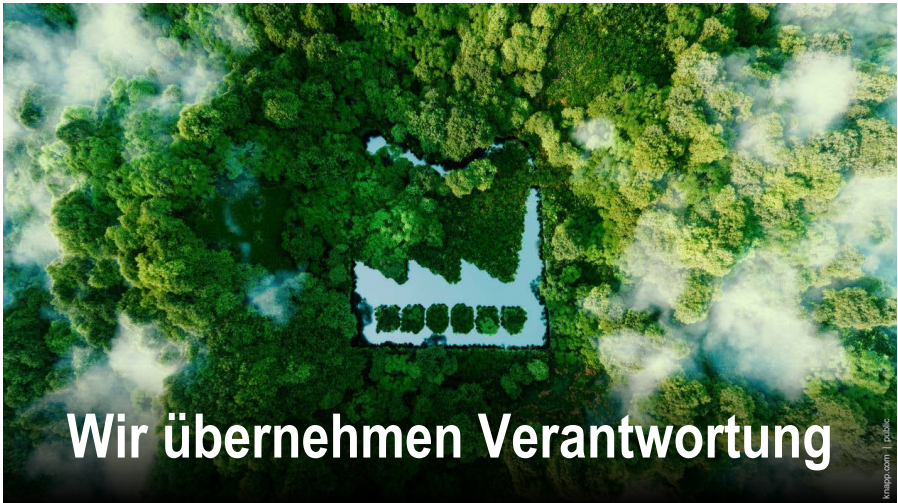
When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



For a full list of countries, visit [earthovershootday.org/country-overshoot-days](https://www.earthovershootday.org/country-overshoot-days).  
\*French Overshoot Day based on projected data. See [earthovershootday.org/france](https://www.earthovershootday.org/france).  
Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, 2022 Edition  
[data.footprintnetwork.org](https://data.footprintnetwork.org)



knapp.com | public



Wir übernehmen Verantwortung

knapp.com | public

## NACHHALTIGKEIT @ KNAPP

Unternehmen &  
Produktion



Produkte &  
Lösungen



Unsere Kunden



knapp.com | internal

## Unsere Ziele



**Klimaneutralität des KNAPP  
Headquarters bis 2030**



**Klimaneutralität der KNAPP  
Gruppe bis 2035**



knapp.com | public

## NACHHALTIGKEIT @ KNAPP

**Unternehmen &  
Produktion**



**Produkte &  
Lösungen**



**Unsere Kunden**



knapp.com | public

## Unsere Unternehmensinitiativen im Headquarter

### Zukauf erneuerbarer Energie

100 % des zugekauften Stroms  
kommen aus Wasserkraft

### Photovoltaikanlagen

> 590.500 kWh selbst produzierter Strom pro Jahr

### Verringerung des Stromverbrauchs

Bedarfseinschaltung bei Produktionsmaschinen,  
Energiesparkonzepte für Bürobeleuchtung

### Abwärmenutzung der Produktionsmaschinen

Heizung der Fertigungshallen

### Pulverbeschichtungsanlage mit Wasserrückgewinnungsanlage

Auszeichnung mit dem ÖKOPROFIT-Preis  
der Stadt Graz

### CO<sub>2</sub> Einsparungen

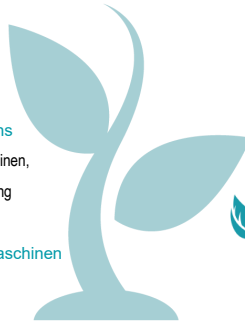
1.300 to CO<sub>2</sub> können jährlich am  
Standort eingespart werden

### ISO Zertifizierungen

ISO 14001 und ISO 45001

### Ethisches Abfallmanagement

Recyclingkonzept sowie  
Lebensmittelabfallmonitoring



knapp.com | public

## ÖKOLOGISCHE Unternehmensinitiativen

### 23 Elektrofahrzeuge für Fahrgemeinschaften mit Privatnutzung

### 52 Ladestationen für Elektrofahrzeuge

### Elektrofahrzeug-Flotte für Pool-PKW

Modernste KNAPPeBikes in Kooperation  
mit einem steirischen Start-up

### Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz mit Bus und Bahnstation in nächster Nähe

Förderung von jährlich ~ 500  
Bus/Bahn-Tickets für Mitarbeiter



knapp.com | public

## SOZIALE Unternehmensinitiativen

Unterstützung des Netzwerks Verantwortung-zeigen

Einbindung von 35 Personen mit Beeinträchtigung über Kooperationen mit alpha nova und den Barmherzigen Brüdern

Mitarbeiterangebote für Sport und Erholungsprogramme durch KNAPPvital

Nachhaltige Etablierung der KNAPP Kultur und unserer Werte durch unsere KNAPP Ambassadoren

alpha nova

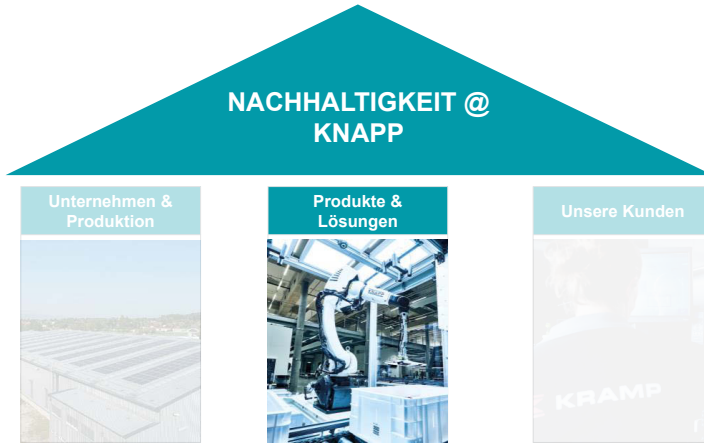


KNAPP vital

knapp.com | public

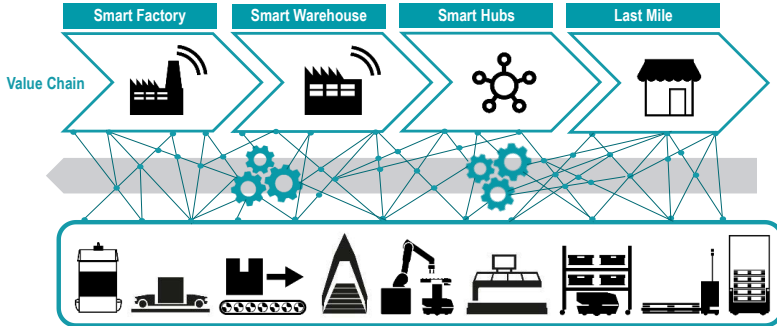


knapp.com | public



knapp.com | public

### Value-Chain tech partner



knapp.com | public



## OSR Shuttle™

### Nachhaltiger Einsatz der OSR Shuttle Systeme

- Exakte Platzausnutzung innerhalb der Lagerhallen
- System zur Energierückgewinnung
- Reduktion des Energieverbrauchs durch den Einsatz intelligenter Software



knaapp.com | internal

## Pick-it-Easy

### Nachhaltige Ergonomie bei unseren Pick-it-Easy Arbeitsplätzen

- Anpassung des Arbeitsplatzes an natürliche menschliche Bewegungen
- Zusammenarbeit mit Arbeitsmedizinern und Industriedesignern
- Ergonomie im Mittelpunkt



knaapp.com | internal

## Fördersysteme

### Nachhaltige Fördertechnik

- Hybrides energiesparendes Antriebskonzept
- Revolutionäres patentiertes Stau-Stopp-Konzept mit minimalem Energiebedarf

### Nachhaltig mittels fahrerlose Transportfahrzeuge

- Bedarfsorientierte Bewegung von Ladehilfsmittel
- Optimale Wege durch intelligentes Flotten-Management



knapp.com | Internal

## Software

### Nachhaltige Lösungen durch intelligente Software

- Minimierung transportierter Luft durch intelligente Volumsberechnung und Verpackungslösungen
- Verringerung von Ersatzteilen und unnötigen Wartungseinsätzen durch vorausschauende Wartungstools
- Verkleinerung der Standorte durch optimierte Warenflussstrategien

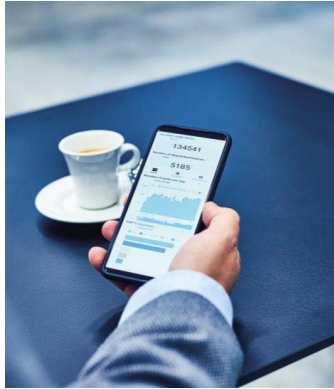


knapp.com | Internal

## Energiemanagement

### Nachhaltige Lösungen durch intelligentes Energiemanagement

- Einsatz intelligenter Messsysteme
- Analyse mittels KiSoft Analytics
- Reduktion des Energieverbrauchs durch zielgerichtetes Monitoring



knapp.com | internal

## Digitales Auge

### Nachhaltige Qualität durch „Zero Defect Warehouse“

- Fehlervermeidung statt -korrektur
- Verringerung des Retourenhandlings
- Einsatz von Hochleistungskameras in Verbindung mit Künstlicher Intelligenz
- Exakte Feststellung von Abweichungen
- Qualitätssicherung und Wissensmanagement



knapp.com | internal

## Retrofit

### Nachhaltigkeit durch Retrofit

- Retrofit von älteren Systemen
- Einsatz der bestehenden Materialien
- Ökonomische und ökologische Benefits



knapp.com | Internal

## Einsparungspotenziale durch OSR Retrofit



**Kunde (England)**  
 Masse Regal: 573,48 t (8 Gassen)  
 Fläche: 953 m<sup>2</sup>  
 Höhe: 5,6 m

1.486 t

CO<sub>2</sub>



Emissions-Einsparungen durch OSR Retrofit gegenüber einem neuem OSR Shuttle System:  
**1.486 t CO<sub>2</sub>eq**



Wien

Paris

Die durch ein OSR Retrofit eingesparten Emissionen werden von einem Diesel-PKW auf einer Strecke von 7.578.876 km ausgestoßen. **Dies entspricht ca. 6.132 Mal der Strecke Wien - Paris.**

knapp.com | Internal

## E-Commerce steigt

**2019**  
Anteil global E-Commerce am  
gesamten  
Einzelhandelsumsatz

**15%**



**2022**  
Anteil global E-Commerce am  
gesamten  
Einzelhandelsumsatz

**22%**



**2026**  
Anteil global E-Commerce am  
gesamten  
Einzelhandelsumsatz

**27%**



## Verpackung

### Nachhaltige automatische Verpackungstechnologien

- Versandkartons werden exakt auf die Größe des Auftragsvolumen angepasst
- Keine „Luft“ versenden
- Verpackungsmaterial sparen



knapp.com | internal

## Einsparungspotenziale durch intelligente Verpackung

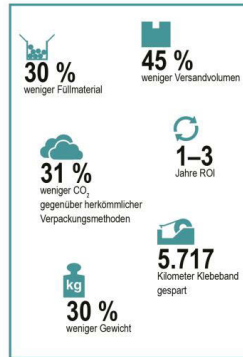


**Internationaler Sportmodehändler**  
der rund 6,2 Millionen Kartons pro Jahr  
ausliefert.

500 t / Jahr

**CO<sub>2</sub>**

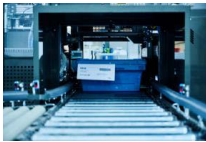
Material only



knapp.com | Internal

## Mehrwegbehälter

Das nachhaltigste System



knapp.com | Internal











# **Massive Einspareffekte: Automatische Inventurerfassung mit Drohnen**

Maximilian Mrstik



DI (FH)

## Maximilian Mrstik

- CEO & Co-Founder; D-Aria GmbH
- Product Management & Business Development

# D ARIA



## Mobile Data Acquisition

Graz, May 2023

To whom it may concern

Maximilian Mrstik  
CEO & Co-Founder

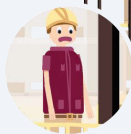
## CONTRIBUTION TO TOMORROWS LOGISTICS EXCELLENCE

### Data Aquisitions

#### Today

People of paper and clipboards maneuvering through warehouses

- Slow
- Fault-prone
- Dangerous



#### Tomorrow


Drones as flying sensors for multiple data acquisition and analytics

- Fast
- Accurate
- Safe

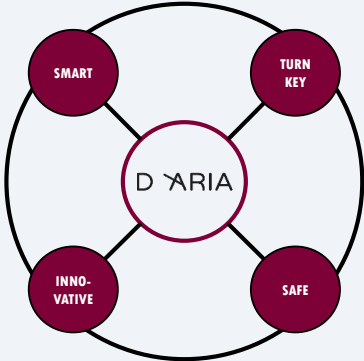


## OTHERS TALK ABOUT I4.0 – WE MAKE IT FLY

**FOCUS D ARIA**



- 1** A turnkey solution for efficient and intelligent **data acquisition**
- 2** An autonomously flying drone with **camera-based object detection and recognition**
- 3** The key to **safeguard and enlarge the efficiency** in multiple use-cases where drones can be applied
- 4** A resource of capabilities to **industrialize solutions fast**, but in a sustainable way



D ARIA

## OUR DRONES ARE SO MUCH MORE THAN TOYS



**Advanced Technology**

- Camera-based Navigation
- Plug & Play (w/ or w/o GPS, w/o markers)



**Efficient Data Acquisition**

- Analysis & transfer to downstream systems
- Intelligent data capturing and linkage



**Applied Artificial Intelligence**

- Object detection and recognition
- Continuous machine learning



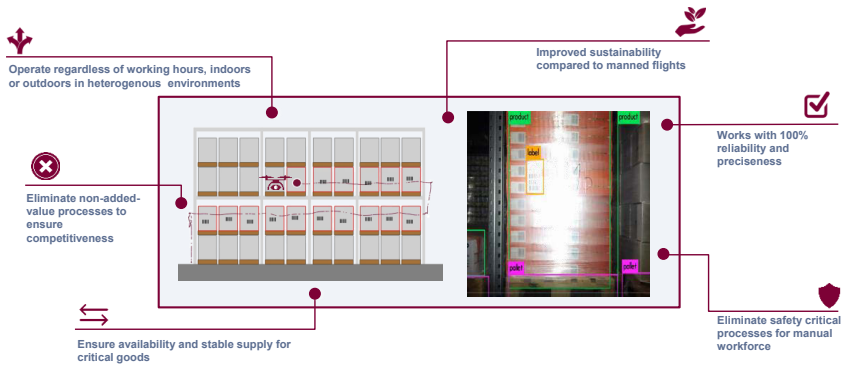
**Facilitated Work Processes**

- More efficiency, more precision
- Reduced effort (safety, time and money)



D ARIA

## DRONES WILL BE STANDARD TOOLS SOON – HERE IS WHY



## THE PROBLEM: STOCK TAKING

### Status Quo



**MANUAL STOCK TAKING**

Employees manually check the correct assignment of goods to their storage-locations inside the warehouse



**MANUAL DATA HANDLING**

Results are compared manually or by barcode-scanning to data from the warehouse management system



### Disadvantages



**SLOW**

Manual stock-taking is slow and ineffective



**LOSS OF MATERIAL**

Pallets are stored incorrectly and are therefore difficult to find



**WASTEFULNESS**

2 employees at a time are required: a forklift driver and an employee who writes down the article number



**WORK SAFETY**

Working at great heights leads to frequent accidents



**ERROR RATE**

Human errors occur when entering the article numbers and transferring them to the WMS



## OUR SOLUTION: DRONES

### Future Logistics



**AUTOMATED STOCK-TAKING**

Drones fly automatically inside the warehouse and check inventory levels



**AUTOMATED DATA HANDLING**

Automatic identification of deviations between target and actual levels, and initiation of corrective measures



### Advantages



**SPEED**

Drones move fast, capture labels quickly and reach great heights easily



**CONTROL**

Precise monitoring of inventory levels and immediate identification of losses



**RELIABILITY**

Always check your inventory with >99% reliability



**INDEPENDENCE**

Operate the drone outside of working hours and at night

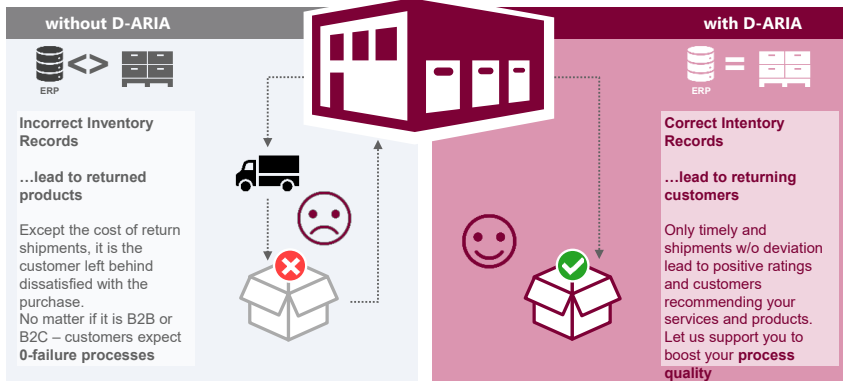


**EFFICIENCY**

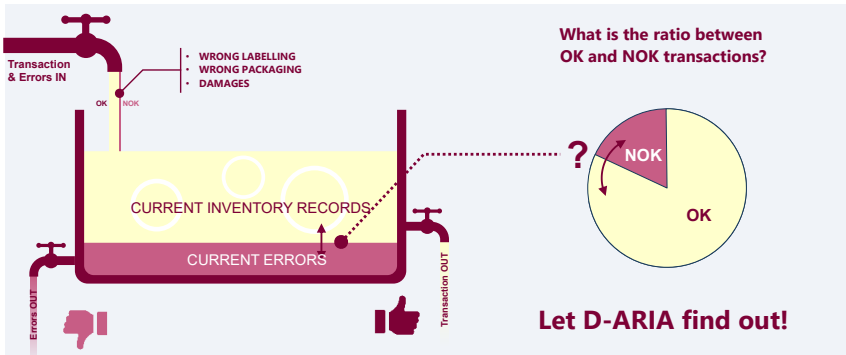
Employees can be used for more meaningful tasks instead of counting inventory



## CONTRIBUTING TO FUTURE SCM EXCELLENCE



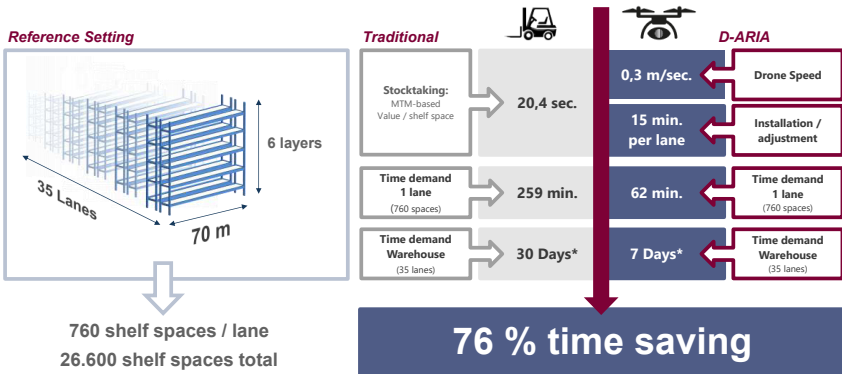
## WE BOOST THE ACCURACY OF INVENTORY RECORDS



D-ARIA

9

## SAVINGS POTENTIAL



\* Premises Working time: 6 h net / day | 30 h net / week. All calculations rounded.

D-ARIA

10



## BENEFITS

- **ELIMINATE SAFETY CRITICAL PROCESSES**
  - ♦ People are not meant to work in heights
- **ENSURE AVAILABILITY AND STABLE SUPPLY**
  - ♦ Inaccurate inventory records lead to interruptions in production
  - ♦ Every minute of stoppage / every reworked product is a disturbance to the system
  - ♦ Don't let your customers wait
- **INCREASE SUPPLY CHAIN PERFORMANCE**
  - ♦ Increase liability in inventory data
  - ♦ Reduce your inventory and benefit from less working capital and less m<sup>3</sup> occupancy
  - ♦ Prove your accounting and financial auditor that you have your inventory under control
- **ELIMINATE NON-ADDED-VALUE PROCESSES**
  - ♦ Less overtime / Less extra shifts on weekends by automatization
  - ♦ Availability of skilled work-force is critical in many regions



## YOUR QUESTIONS





# D ~~A~~RIA

**I4.0 Solutions.  
Delivered.**





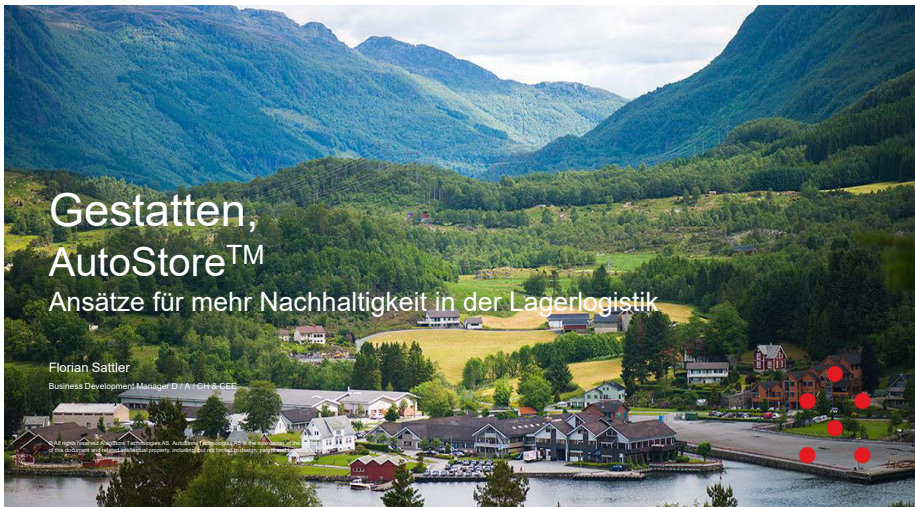
# **Ansätze für mehr Nachhaltigkeit in der Lagerlogistik**

Florian Sattler



## Florian Sattler

- Business Development Manager – D / A / CH & CEE; AutoStore System AT GmbH
- Motto: “No Risk – No Fun”

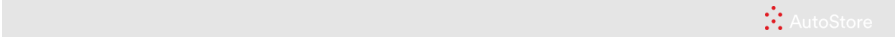


2

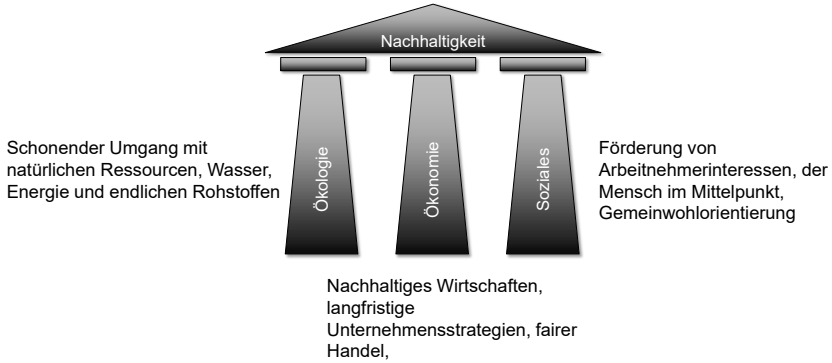


Wer von Ihnen hat bereits einmal in einem Lager gearbeitet?

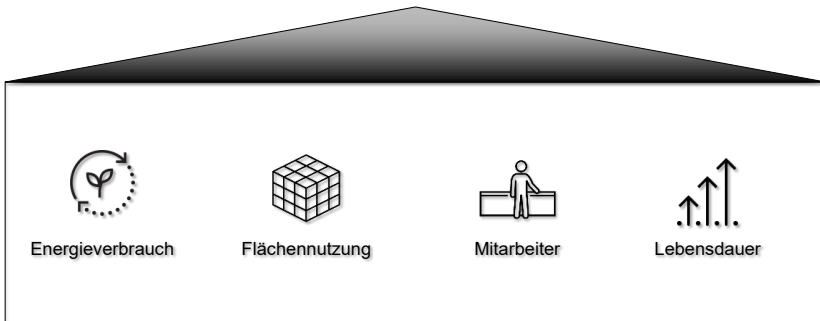
Gab es automatisierte Prozesse? Wenn ja, wie haben Sie bei der Arbeit unterstützt?



3 Die 3 Säulen der Nachhaltigkeit

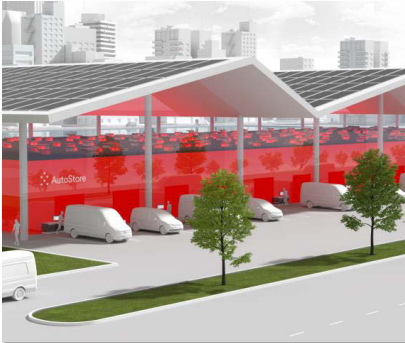


4 Ansätze für Nachhaltigkeit in der Intralogistik



6

## Energieverbrauch



### Grundlage:

Energieverbrauch der eingesetzten Lösung

### Chancen:

- Reduzierung von Temperatur & Beleuchtung
- Im Betrieb gewonnene Energie (Rekuperation)
- Eigene Energiequellen, bspw. Solar

### Nachhaltig im Sinne von:

- Reduzierter Strombedarf
- Nutzung nachhaltig erzeugten Stroms
- Finanzielle Entlastung



6

## Energieverbrauch des AutoStore Systems Ein Rechenbeispiel

### Durchschnittliches AutoStore System

- 3 Conveyor Ports / 7 Carousel Ports / 1 Controller / 40 Roboter - R5 (= 30 Ladestationen - R5)
- 8 Betriebsstunden pro Tag / 250 Betriebstage pro Jahr

=17.900 KWh pro Jahr\*

### Photovoltaik Anlage in DE

- 350 Wp pro Panel (1,7 x 1 m)
- = 206 Wp pro m<sup>2</sup>
- = 200 kWh pro m<sup>2</sup> pro Jahr
- ~ 90 m<sup>2</sup> Photovoltaik Anlage\*



\*Rechenbeispiel unter Annahme von durchschnittlichen Werten von 1000 kWh pro kWp pro Jahr.  
Es ist zu beachten, dass die Robotergeneration R5 mit Batterien betrieben wird – Während des Betriebs wird also von den Robotern bzw. deren Ladegeräten kein Strom verbraucht.





7

## Customer Case | Bergfreunde

“Unser Anspruch in Sachen Klimaschutz ist es, als Unternehmen einen wirksamen Beitrag zum 1,5-Grad-Ziel zu leisten. Dazu haben wir uns ambitionierte Ziele gesetzt. Um diese zu erreichen, ist für uns als Online-Händler **eine nachhaltige Logistik von zentraler Bedeutung**. Hier sind wir auf innovative Lösungen wie das AutoStore-System angewiesen. Dadurch können wir unsere **Energieeffizienz steigern** und **Klimawirksame Emissionen reduzieren**.”

- Thomas Klein

Head of Fulfillment - Bergfreunde



@Bergfreunde / Element Logic

8

## Flächennutzung



@Lehner Versand / Swisslog

### Grundlage:

- Platzbedarf und Flexibilität

### Chancen:

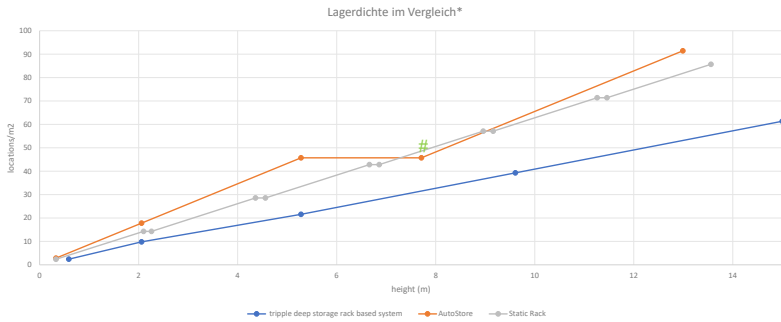
- Langfristige Nutzung von Bestandsgebäuden, statt (großem) Hallenneubau
- Erweiterung im laufenden Betrieb

### Nachhaltig im Sinne von

- Reduzierung von Flächenversiegelung
- Vermeidung oder Reduzierung von Rohstoffverbrauch/CO2 Emissionen im Bau
- Finanzielle Investition

10

## Flächennutzung des AutoStore Systems



# Grid-to-Grid  
(2 Systeme übereinander)

\*This comparison is based on gross locations inside the rack or grid and does not include any filling degree or space lost due to lifts, Ports, Conveyors, maintenance areas etc. Static rack with a walk-through width of 750 mm (minimum referring to room)



11

## Customer Case | Styleboom

„AutoStore ist die **Definition der Raumeffizienz**, mit dem höchsten Lagerdichteverhältnis. Styleboom konnte die benötigte Lagerfläche von früher 4.500 m<sup>2</sup> Fachbodenregal auf 1.300 m<sup>2</sup> Grundfläche reduzieren. Außerdem können mit der AutoStore Anlage 14 Mitarbeitende das gleiche Bestellaufkommen kommissionieren, wie zuvor 80 bis 90 Mitarbeitende mit manuellen Prozessen“

- Lars Stefanowski  
Logistikleiter, Seventyseven urban streetware



@Styleboom / Element Logic

@Bergfreunde / Element Logic

@Decathlon / Bastian Solutions



12

## Customer Case | Sport Okay

„Mit dem neuen, ausbaufähigen Kleinteilelager AutoStore ist das SportOkay.com Logistic Center bestens für die Zukunft gerüstet.“

-Konrad Plankensteiner  
Geschäftsführender Direktor, Sport Okay



@Sport Okay / Hörmann

13

## Mitarbeiter

### Grundlage:

- Arbeitsumfeld und Prozesse

### Chancen:

- Reduzierung von häufig wiederkehrenden & monotonen Tätigkeiten
- Gezielter Einsatz von Personal

### Nachhaltig im Sinne von:

- Höhere Arbeitssicherheit
- Verbesserte Ergonomie
- Höhere Lebensqualität



@Apotea / Element Logic

14

## Automatisierung wiederkehrender Prozesse

### Pick Roboter Lösungen



@Kardex



@AutoStore

### Mobile Robots

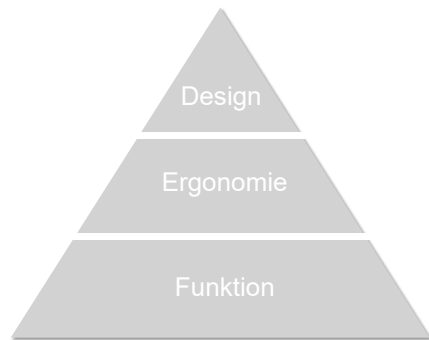


@Sport Okay / Hörmann

AutoStore

15

## Wertschätzung bestehender Mitarbeiter



AutoStore

16

## Lebensdauer

### Grundlage:

- Skalierbarkeit & Langlebigkeit

### Chancen:

- Langfristige Nutzung
- Flexible Anpassung
- Einfache Erweiterung

### Nachhaltig im Sinne von:

- Maximale Nutzung bereits produzierter Güter
- Ökonomisch nachhaltige Investition



@Element Logic



17

## Customer Case | Bergfreunde

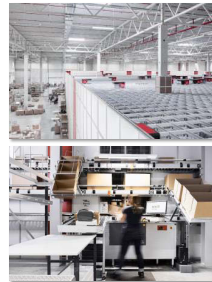
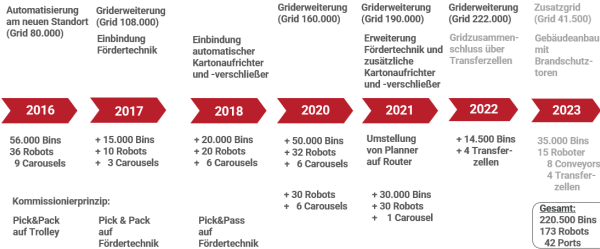


Empowered by Element Logic

**Fashion/Outdoor- e-Commerce**  
 Rottenburg, Deutschland  
 3.000 m<sup>2</sup>

Standort

### Die Erweiterungen des AutoStore Systems bei Bergfreunde.de:



18

## Customer Case | Bergfreunde

Automatisierung am neuen Standort. (Grid 80.000) Griderweiterung (Grid 108.000)

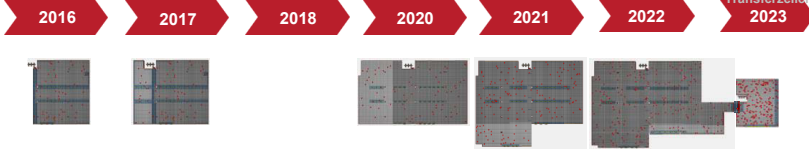
Griderweiterung (Grid 160.000)

Griderweiterung (Grid 190.000)

Griderweiterung (Grid 222.000)

Zusatzgrid (Grid 41.500)

Anbau mit Brandschutzstoren Verbindung über Transferrollen



"Die Erweiterung eines AutoStore-Systems ist extrem einfach. In diesem konkreten Fall werden wir die beiden Lagereinheiten entweder über ein Fördersystem oder direkt über ein Gitter und eine Schiene für die Roboter verbinden."

-Thomas Klein  
Head of Fulfillment, Bergfreunde.de

**Die Bergfreunde waren 2016 die Nr. 11 in Ihrem Marktsegment – 2023 die Nr. 1.**

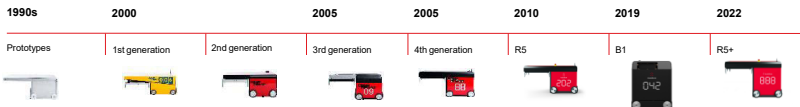
20

## Customer Case | Komplet



- GoLive: 2006
- 73.000 Behälter
- 81 Roboter
- 3 verschiedene Roboter Generationen

Alle AutoStore Produkte sind abwärtskompatibel





Danke für die Aufmerksamkeit!

**Florian Sattler**  
Business Development Manager D / A / CH & CEE  
florian.sattler@autostoresystem.com  
+49 (0)151 1043 1137  
St. Petergürtel 4  
8042 Graz – Austria

Visit [autostoresystem.com](http://autostoresystem.com) for more information.  
Copyright © 2018 AutoStore AS. All rights reserved.

28









# **Kann Automatisierung in kleinen Lagern zur Nachhaltigkeit beitragen?**

Peter Totz

## Peter Totz

- Logistik Experte



## Kann Automatisierung in kleinen Lagern zur Nachhaltigkeit beitragen?

Logistik Werkstatt Graz 2023  
TU Graz & VNL Österreich

Peter Totz  
[peter.totz@smart-logistics.at](mailto:peter.totz@smart-logistics.at)

Peter Totz

### Kann Automatisierung in kleinen Lagern zur Nachhaltigkeit beitragen?

KMU / SME  
E-Commerce  
Micro-Fulfillment Center  
3PL & Kontraktlogistik

Kleine Lager können näher am Kunden sein.

- Nutzen von Bestandsgebäuden:
- Platzmangel in Ballungszentren
  - Schmäler Planungshorizont
  - Unsichere Zukunft
  - Kontraktlogistik: Multiuser WH

- Trend zu kleineren Lagern
- Systeme für kleine Lager
- Energiebilanz - Beispiele
- Automatisierung in Zeiten des Fachkräftemangels

## Trend zu kleinen Lagern

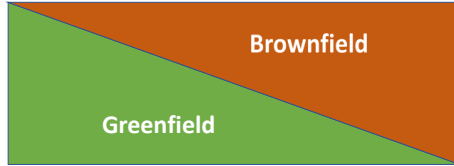
Experte aus der Logistikimmobilien-Wirtschaft:

„Aufgrund der hohen Kosten beim Bau und der immer zögerlicher ausgestellten Bewilligungen, sehen wir gerade einen Trend zur Nutzung von Bestandsimmobilien.“

Dies beinhaltet die Nutzung von Mezzaninen und Stockwerken, wie früher.“

## Neubau und Umbau

- Bestandsgebäude
- Neubau
  - Baukosten
  - Miete



Bitte beachten:  
Welche Immobilien sind für welche Zwecke geeignet?

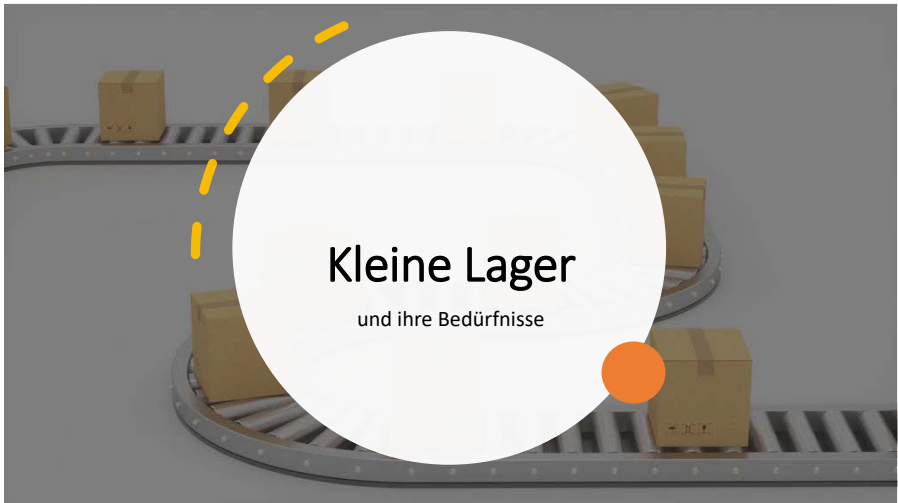
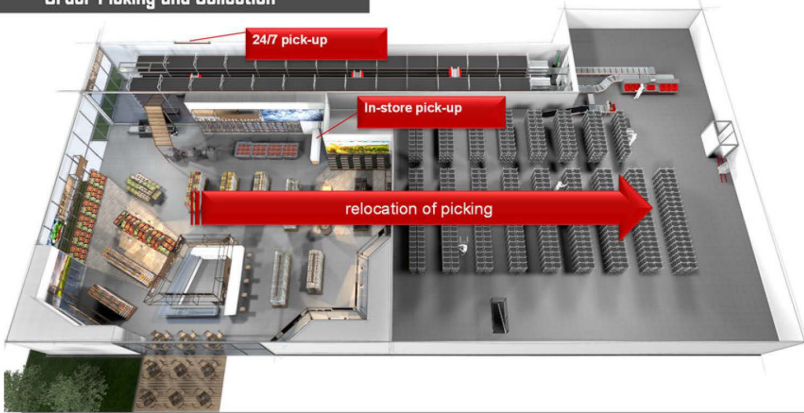
**Micro-Fulfillment Center**

Beispiele MFC

Proj.	Height	Bin Height	Perf.	Bins
1 Aisle (MFC)	8.0 m	280 mm	620 dc/h	6'000 loc
2 Aisle (MFC)	8.0 m	280 mm	1'240 dc/h	12'000 loc
3 Aisle (MFC)	8.0 m	280 mm	1'500 dc/h	18'000 loc
4 Aisle (MFC)	8.0 m	280 mm	2'400 dc/h	24'000 loc

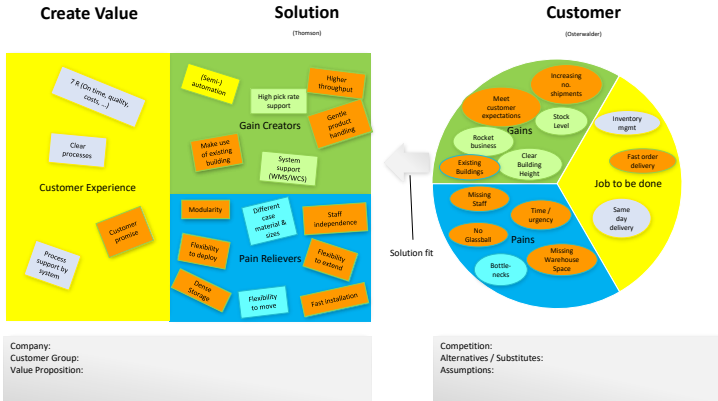


## Order Picking and Collection



## Value Creation

Break down to what our specific customer needs

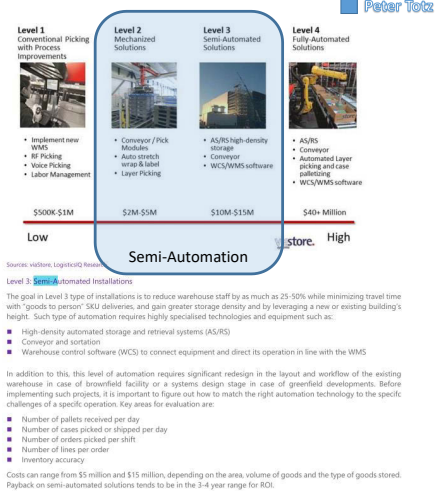


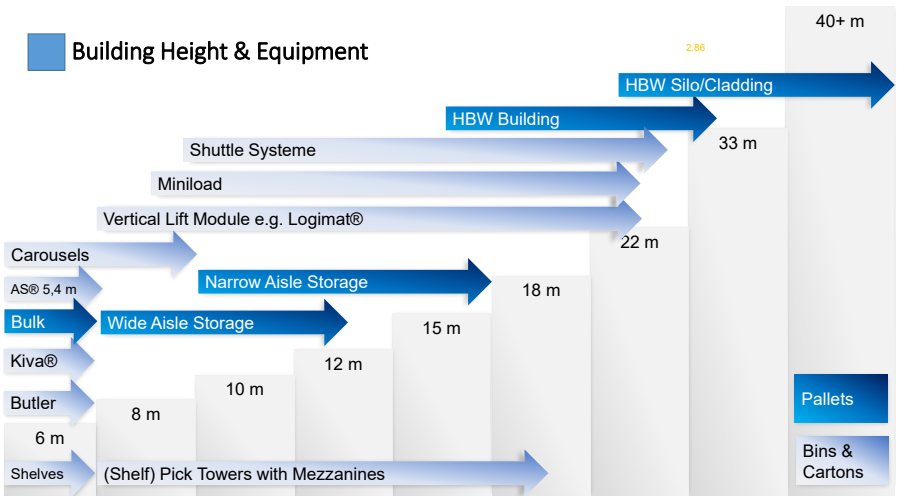
## Semi-Automation

What does Semi-Automation mean?

Explanation of terms:

- Semi-automated systems consists predominantly of standardized components arranged in a wide range of manners.
- These components lay the base for the modular structure
- On behalf of the standardization, semi-automated systems could be deployed flexible and scalable
- Minimize the risk of our clients on changes in their future business and guarantee resilience!

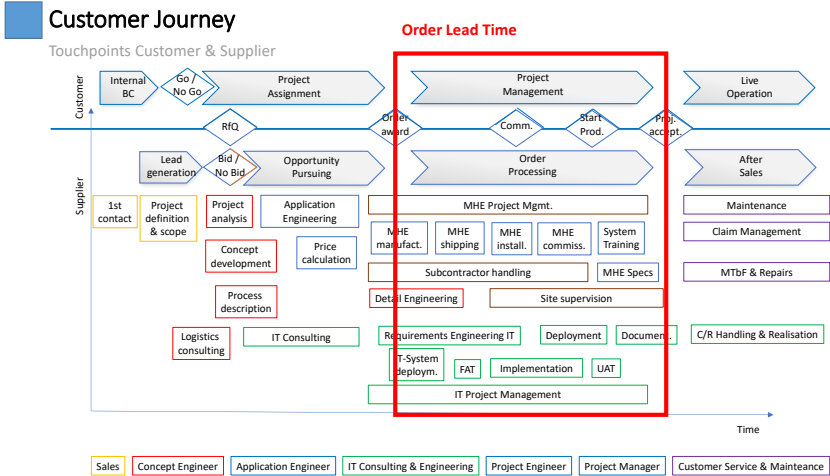




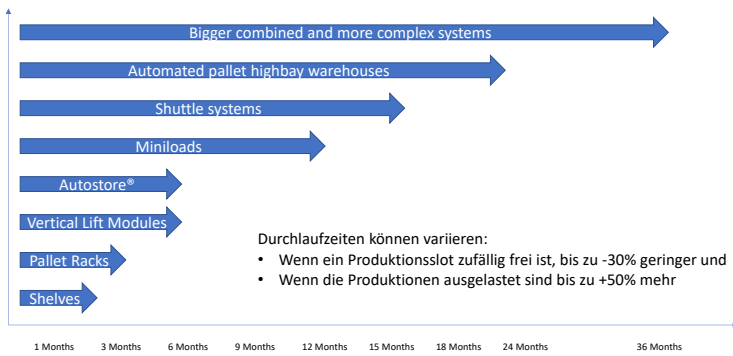




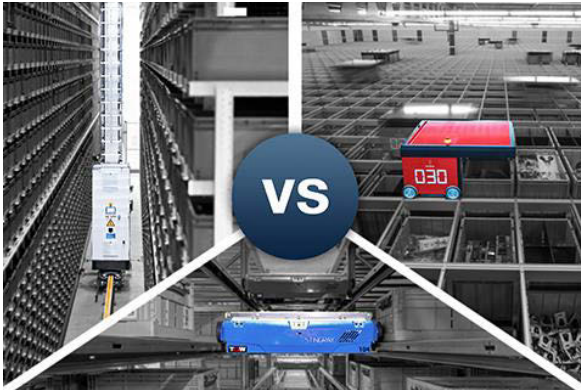
Peter Totz



## Lead Time to Deploy – Examples\*



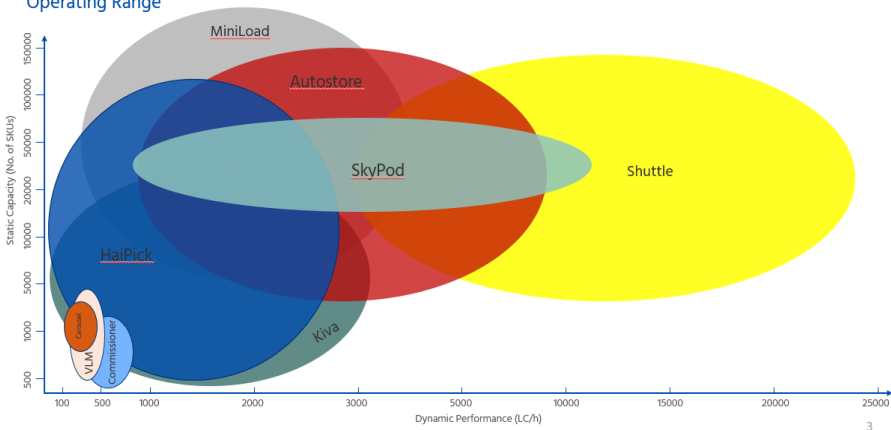
### Was ist das richtige System?

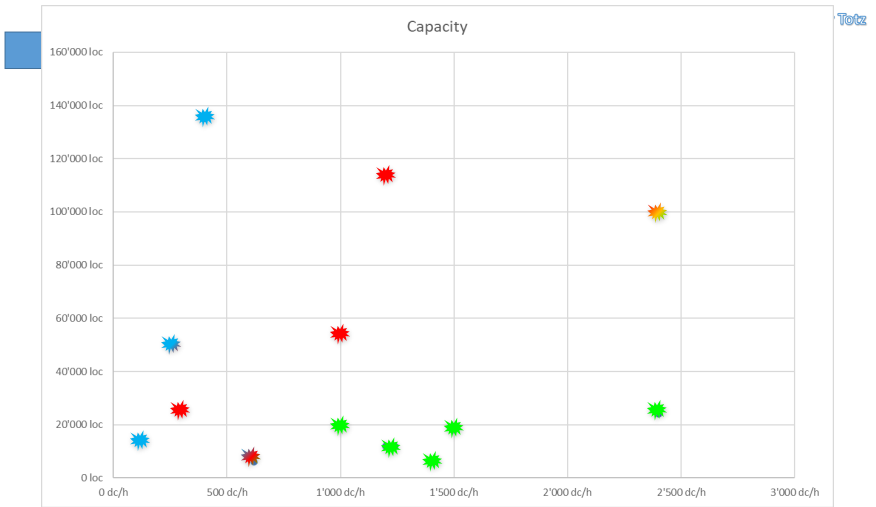


Quelle: IGZ

HAI ROBOTICS

### System Comparison Operating Range





## Project Qualification Checklist

Work Instruction

### Checklist for 1<sup>st</sup> Project Qualification

Salesforce ID	Opportunity Name:
Customer:	Customer Contact:
Local Caretaker:	Site Survey Date:
City / Country:	Approx. Budget:

Scope of Project - SALT Select all that apply

Project goal		Description of current issues
Improve <b>S</b> pace	<input type="checkbox"/>	Empty
Improve <b>A</b> ccuracy	<input type="checkbox"/>	Empty
Improve <b>L</b> abor	<input type="checkbox"/>	Empty
Improve <b>T</b> hroughput	<input type="checkbox"/>	Empty

Basic data:

Flat Space (m <sup>2</sup> ) (L/W)	Building's Ceiling Height (m)	No. of Locations No of bins	No. of SKUs
Performance (Orders / hour) (Doublicycles / hour)	Temperature controlled?	Bin Measurements Cartons? (L/W)	Max. Weight of Bin (kg)

Peter Totz

Input - Customer requirements		Results								
		Hai ACR	Vertical Lifts	Miniloads	Shuttles	AutoStore	Skypod	LR35	Manual	
Load carrier type	Bin	110000	148117	118449	110884	119294	119000	116660	113000	
Project Name	US Regional DC	419	3169	393	900	499	423	2129	410	
WMS Without Bin Cost	WMS	320	320	320	340	330	320	320	320	
Available ceiling height	8 m	14	357	13	182	18	15	170	8	
Bin height	320 mm	3	25	3	3	4	3	170	27	
Bin length	600 mm	3	25	3	3	3	3	15	22	
Bin width	400 mm									
Max. load carrier weight	30 kg									
Required performance	400 dc/h	6782 m <sup>2</sup>	9121 m <sup>2</sup>	9766 m <sup>2</sup>	6129 m <sup>2</sup>	7061 m <sup>2</sup>	7981 m <sup>2</sup>	4783 m <sup>2</sup>	7186 m <sup>2</sup>	
Required storage locations	135700 loc	4882 loc	21311 loc	4081 loc	11789 loc	8391 loc	7381 loc	26728 loc	4891 loc	
Safe 2 WBLs										
<b>Input - ROI Calculation</b>		<b>Payback vs. Manual</b>								
Shifts	3	AK2D-FR620-W conv.								
Days - Yearly FT	35300 d	% Maintenance	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Building Cost Model	cbm	Building Cost	17266 k€	18247 k€	11931 k€	12258 k€	6123 k€	15902 k€	8366 k€	14779 k€
Purchasing	2'000 € per m <sup>2</sup>	Investment Cost	4987 k€	21312 k€	8081 k€	11789 k€	6123 k€	7389 k€	26729 k€	4392 k€
Rent per month	6.54 € per m <sup>2</sup>	FTE Cost	140 k€	140 k€	70 k€	70 k€	140 k€	140 k€	700 k€	1980 k€
Legend		Licenses	58 k€	641 k€	320 k€	472 k€	47 k€	305 k€	403 k€	81 k€
Eds Data - Can be changed		Maintenance	151 k€	641 k€	320 k€	472 k€	340 k€	305 k€	403 k€	147 k€
Information - Do not change		Yearly Rent	521 k€	716 k€	464 k€	481 k€	240 k€	620 k€	328 k€	564 k€
Still to investigate		Running Cost	616 k€	837 k€	1124 k€	1084 k€	667 k€	1124 k€	2044 k€	2682 k€
Building depreciation period	12.0 years	Payback	0.0	-23.0	2.3	5.8	1.5	2.3	480.3	0.0
TCO after "x" years	3.0 years	TCO in 3 years	7621 k€	31540 k€	11524 k€	18276 k€	10704 k€	17947 k€	34579 k€	12937 k€

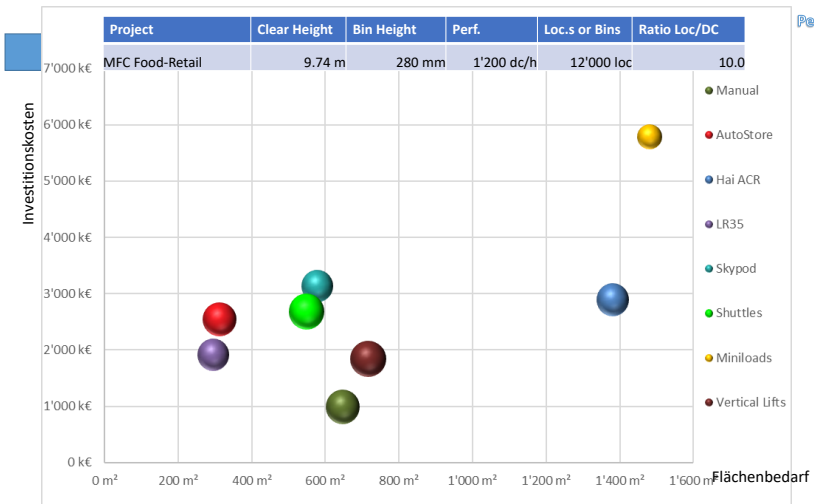
Peter Totz



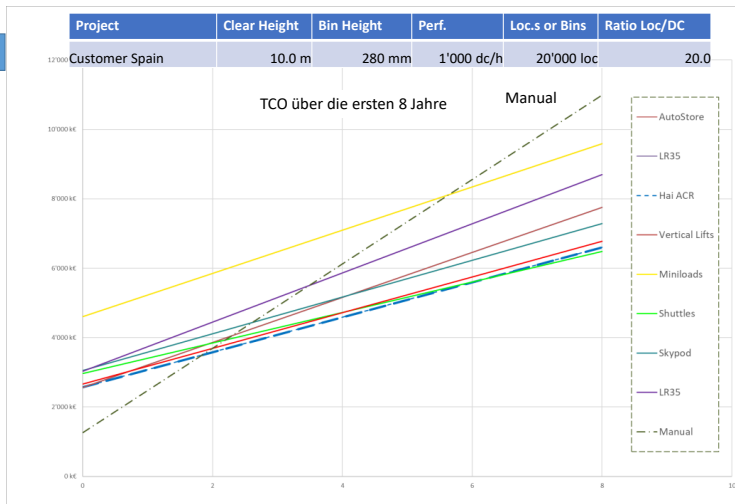
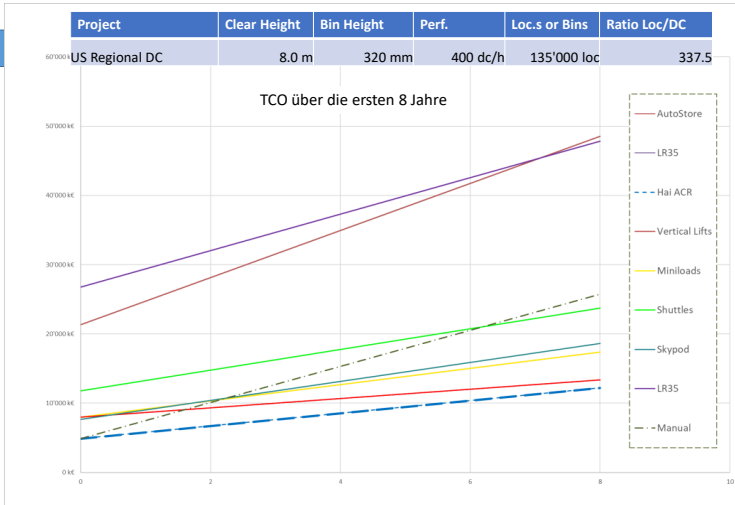
Peter Totz

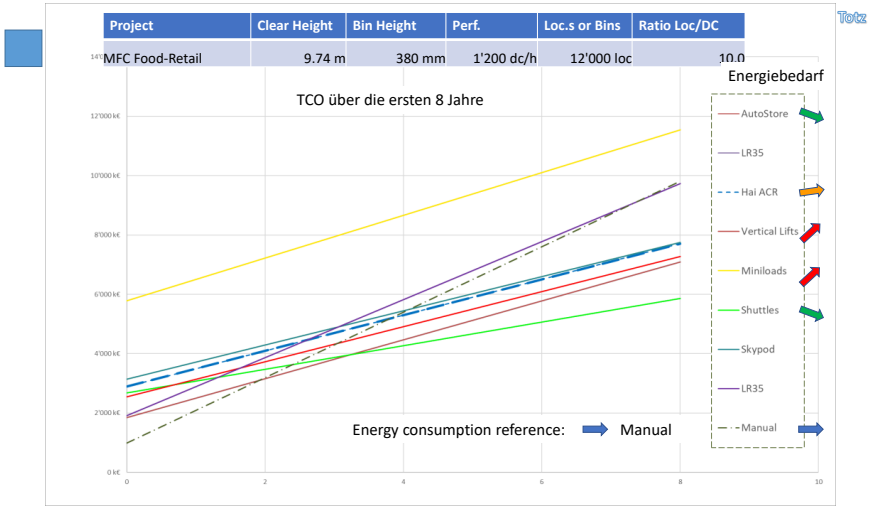


Peter Totz



Peter Totz









# Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Stetigförderersysteme: Prototypische Umsetzung



Alexander Ortner-Pichler, Christian Landschützer

## Forschungskontext

- Forschung am Institut für Technische Logistik im Rahmen des Forschungsfelds „Logistik Technologie“ an der **Steigerung der Effizienz des Planungsprozesses** intra-logistischer Systeme durch den fokussierten Einsatz verschiedener IT-Tools
- Entwicklung einer neuen Methode zur Nutzung von **Knowledge-based Engineering** auf Basis der **Parametric Modeling Method** mit einem interfacebasierten Ansatz [1]
- **Interfacebasierter Ansatz nach [2]**
  - Trennung von Berechnungslogik und 3D-Systemdesign
  - Kopplung der Systembestandteile durch Interfaces
- **Parametric Modeling Method** [3, 4]
  - Nutzung parametrisch-assoziativer 3D-Modelle im Design-Prozess
  - Geometriemanipulation und Detailkonfiguration mit Hilfe eines dedizierten CAD-Pakets
- **Systemarchitektur** [5]

## webbasierte Umsetzung

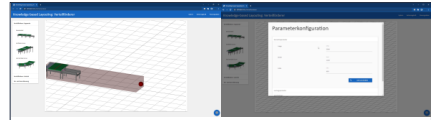


Abbildung 3 dynamische Längenänderung in der GUI (links); Parametrierung der asynchronen Maschinenkonfiguration (rechts)

- **Webbasierte Anwendung**
  - Plattformunabhängig
  - Auf mobilen Endgeräten umsetzbar
  - Augmented & Virtual Reality-fähig
  - Beliebige Gewerke abbildbar (Anlagen, Räume, Maschinen, Gebäude)
- Die Gewerke können **beliebige Informationen** beinhalten (z.B. Geometrie, Leistung, Kundenwünsche)
- **Schnelle Konfiguration** in der webbasierten GUI anhand Grobdarstellung
- Detaillierte Maschinenkonfiguration asynchron auf einem 3D-CAD Computer

## Layoutgenerierung



Abbildung 1 Prozess der Layoutgenerierung im webbasierten Prototypen

- Die verwendeten Gewerke können an definierten (variablen) Punkten verbunden werden
- Die Verbindung definiert die geometrische Platzierung und erzeugt gleichzeitig eine Netzwerkinformation (z.B. Systemdurchsatz, Warteschlangen, Verfügbarkeit)

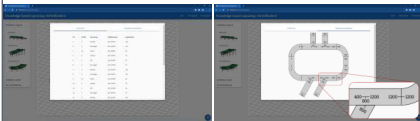


Abbildung 2 erzeugte Stückliste (links); berechneter Materialfluss (rechts)

- Die Summe der Einzelinformationen kann dazu genutzt werden Informationen des Systems abzuleiten
- Der Prototyp ist in der Lage direkt in der webbasierten Anwendung den Durchsatz statistisch zu berechnen.

## asynchrone Analysen

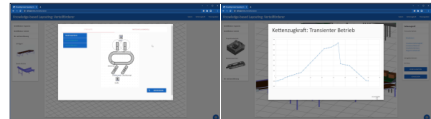
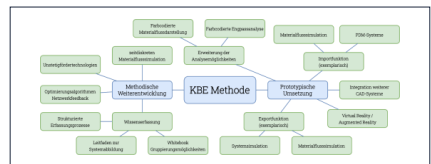


Abbildung 4 Export eines Modells zur Materialflusssimulation (links); mechanische Detailplanung (rechts)

- **Automatisierte Ableitung und Export** eines Simulationsmodells zur **Materialflusssimulation**
- **mechanische Detailplanung** durch die Integration einer **asynchronen System-simulation**

## zukünftige Forschung



## Literatur

[1] Ortner-Pichler, A. Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Stetigförderersysteme. Dissertation, Technische Universität Graz, 2022.  
 [2] Ortner-Pichler, Alexander; Landschützer, Christian: Improving Geometry Manipulation Capabilities of Knowledge-based Engineering Applications by the versatile Integration of 3D-CAD Systems. In: The Publications of the MultiScience - XXX. multiCAD International Multidisciplinary Scientific Conference University of Mikulov, Mikulov, 2017.  
 [3] E. Jayakumar Reddy, C.N.V. Srihar, V. Pankaj Rangababu, Knowledge Based Engineering, Notion, Approaches and Future Trends. In American, J. Intell. Syst. 5 (1) (2015) 1–17, https://doi.org/10.5923/ajis.20150501.01.  
 [4] Ortner-Pichler, Alexander; Landschützer, Christian: Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Systeme. Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Systeme. In: 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL), 2020, S. 47-59.  
 [5] Ortner-Pichler, Alexander; Landschützer, Christian: Integration of parametric modelling in web-based knowledge-based engineering applications. In: Advanced Engineering Informatics, 2022, 51. Jg., Article: 101492. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101492.



# Forschungskontext

- Forschung am Institut für Technische Logistik im Rahmen des Forschungsfelds „Logistik Technologie“ an der **Steigerung der Effizienz des Planungsprozesses** intra-logistischer Systeme durch den fokussierten Einsatz verschiedener IT-Tools
- Entwicklung einer neuen Methode zur Nutzung von **Knowledge-based Engineering** auf Basis der **Parametric Modeling Method** mit einem interfacebasierten Ansatz [1]
- **Interfacebasierter Ansatz nach** [2]
  - Trennung von Berechnungslogik und 3D-Systemdesign
  - Kopplung der Systembestandteile durch Interfaces
- **Parametric Modeling Method** [3, 4]
  - Nutzung parametrisch-assoziativer 3D-Modelle im Design-Prozess
  - Geometriemanipulation und Detailkonfiguration mit Hilfe eines dedizierten CAD-Pakets
- **Systemarchitektur** [5]

# Layoutgenerierung

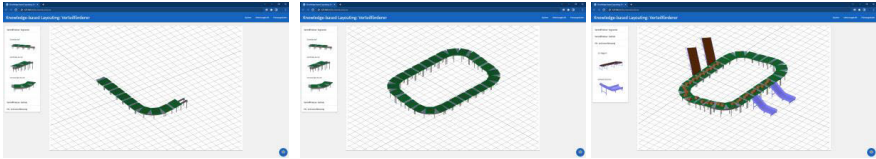


Abbildung 1 Prozess der Layoutgenerierung im webbasierten Prototypen

- Die verwendeten Gewerke können an definierten (variablen) Punkten verbunden werden
- Die Verbindung definiert die geometrische Platzierung und erzeugt gleichzeitig eine Netzwerkinformation (z.B. Systemdurchsatz, Warteschlangen, Verfügbarkeit)

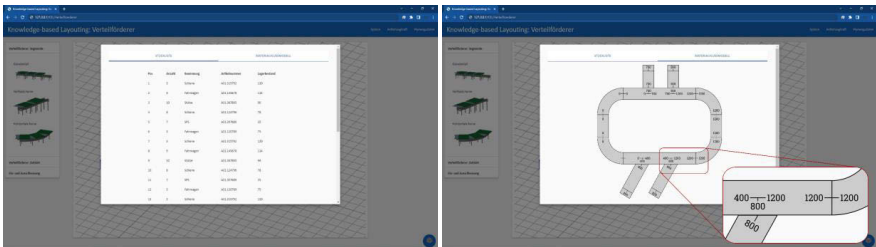


Abbildung 2 erzeugte Stückliste (links); berechneter Materialfluss (rechts)

- Die Summe der Einzelinformationen kann dazu genutzt werden Informationen des Systems abzuleiten
- Der Prototyp ist in der Lage direkt in der webbasierten Anwendung den Durchsatz statistisch zu berechnen.



# webbasierte Umsetzung

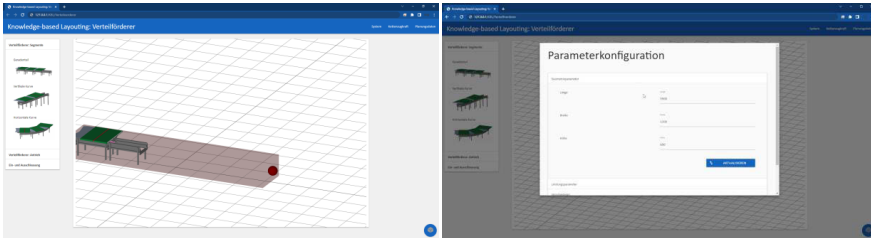


Abbildung 3 dynamische Längenänderung in der GUI (links);  
 Parametrierung der asynchronen Maschinenkonfiguration (rechts)

- **Webbasierte Anwendung**
  - Plattformunabhängig
  - Auf mobilen Endgeräten umsetzbar
  - Augmented & Virtual Reality-fähig
- Beliebige Gewerke abbildbar (Anlagen, Räume, Maschinen, Gebäude)
- Die Gewerke können **beliebige Informationen** beinhalten (z.B. Geometrie, Leistung, Kundenwünsche)
- **Schnelle Konfiguration** in der webbasierten GUI anhand Grobdarstellung
- Detaillierte Maschinenkonfiguration asynchron auf einem 3D-CAD Computer



# asynchrone Analysen

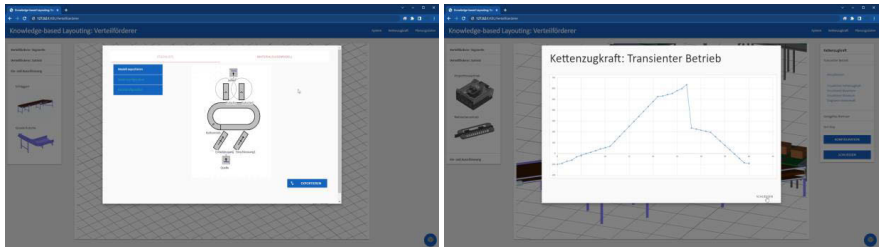
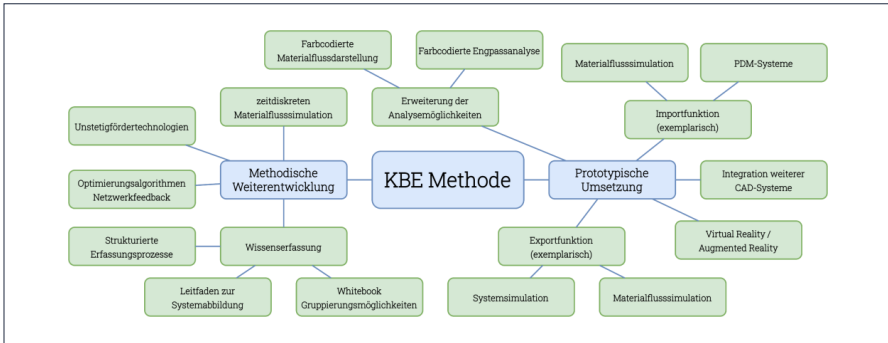


Abbildung 4 Export eines Modells zur Materialflusssimulation (links);  
mechanische Detailplanung (rechts)

- Automatisierte Ableitung und Export eines Simulationsmodells zur Materialflusssimulation
- mechanische Detailplanung durch die Integration einer asynchronen System-simulation



# zukünftige Forschung



# Literatur

- [1] Ortner-Pichler, A.: Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Stetigförderersysteme, Dissertation, Technische Universität Graz, 2022.
- [2] Ortner-Pichler, Alexander; Landschützer, Christian: Improving Geometry Manipulation Capabilities of knowledge-based Engineering Applications by the versatile Integration of 3D-CAD Systems. In: The Publications of the MultiScience – XXX. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference University of Miskolc, Miskolc, 2017.
- [3] E. Jayakiran Reddy, C.N.V. Sridhar, V. Pandu Rangadu, Knowledge Based Engineering. Notion, Approaches and Future Trends. In American, J. Intell. Syst. 5 (1) (2015) 1–17, <https://doi.org/10.5923/j.ajis.20150501.01>.
- [4] Ortner-Pichler, Alexander; Landschützer, Christian: Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Systeme: Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Systeme. In: 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL), 2020. S. 47-59
- [5] Ortner-Pichler, Alexander; Landschützer, Christian: Integration of parametric modelling in web-based knowledge-based engineering applications. In: Advanced Engineering Informatics, 2022, 51. Jg., Article: 101492. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101492>



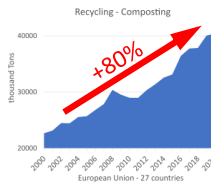


# Transforming Industrial Composting Plants towards Standards of Industry 4.0

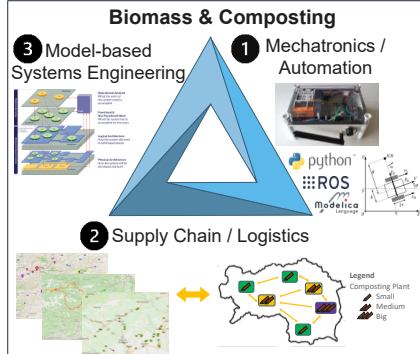
CICHOCKI Max, M.Sc.

## Motivation

- Increase in Waste and Composting
  - About 80% since 2000 in EU
- Conventional composting processes and technologies
  - mostly based on manual work
  - adverse working conditions (strong odour, hazardous gases)
- Need to optimise current processes to increase efficiency



## Framework, Methods and Tools



## Research Area & Objectives

- Prototype of fully autonomous Compost Turner
  - Allows for novel, autonomous processes
  - Huge amount of unused potential



- Aim of Research

1. **Leveraging** Advanced Technologies at Industrial Composting Plants by Exploring **Technical** and **Logistical Opportunities** to Achieve **Industry 4.0** Standards

2. **Implementation** and realisation at an industrial composting plant

1. Engineering and Design of Novel Technologies at Composting Plants
  - Interdisciplinary development of an autonomous compost turner. **Focus on control and data processing:** Design and application of an Industrial Internet of Things (IIoT) module
2. Physical Internet based Hyperconnected Platform for Heavy-Duty Machinery
  - Leverage PI-vision by creating a Platform and offering plant operators the possibility to **share expensive composting machinery** among each other
3. Model-Based Systems Engineering (MBSE)
  - Applying MBSE to **improve** collaboration and **communication** among stakeholders, **reduce risk** and **increase efficiency** for a compost plant of Industry 4.0

## References

- EUROSTAT. Municipal waste by waste management operations [online]. March 2022. Available from: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/bookend/341760a6-8ff4-49a5-8864-609f76a0c352?lang=en>
- M. Cichocki, E. Reibauer, F. Theurl, and C. Schmeid. "Composting 4.0: From The Automatic Steering Of Compost Turners Towards An Autonomous Plant Management," 7th Central European Business Conference (CEBC), Graz, Austria, Jan. 2023. ISBN 978-3-9504380-6-2.
- M. Cichocki, C. Landschützer, and H. Hock. "Development of a Sharing Concept for Industrial Compost Turners Using Model-Based Systems Engineering, under Consideration of Technical and Logistical Aspects," Sustainability, vol. 14, no. 17, p. 10094, Aug. 2022. doi: 10.3390/su141710094.

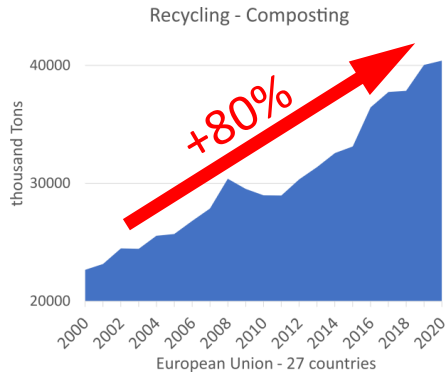
## Contact

- Max Cichocki, Graz University of Technology, Institute of Logistics Engineering, cichocki@tugraz.at



# Motivation

- ❑ Increase in Waste and Composting
  - ❑ About 80% since 2000 in EU



- ❑ Conventional composting processes and technologies
  - ❑ mostly based on manual work
  - ❑ adverse working conditions (strong odour, hazardous gases)
- ❑ Need to optimise current processes to increase efficiency

## Research Area & Objectives

- ❑ Prototype of fully autonomous Compost Turner

- ❑ Allows for novel, autonomous processes

➤ Huge amount of unused potential

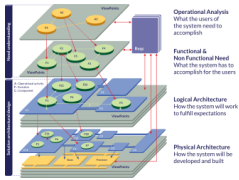


- ❑ Aim of Research

1. **Leveraging** Advanced Technologies at Industrial Composting Plants by Exploring **Technical** and **Logistical Opportunities** to Achieve **Industry 4.0** Standards
2. **Implementation** and realisation at an **industrial composting plant**

# Framework, Methods and Tools

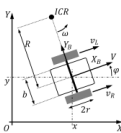
## 3 Model-based Systems Engineering



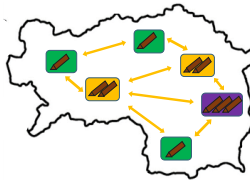
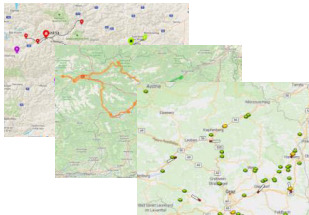
## 1 Mechatronics / Automation



python  
ROS  
Modelica Language



## 2 Supply Chain / Logistics



Legend  
Composting Plant  
Small  
Medium  
Big

## 1 Engineering and Design of Novel Technologies at Composting Plants

- Interdisciplinary development of an autonomous compost turner. **Focus on control and data processing:** Design and application of an Industrial Internet of Things (IIoT) module

## 2 Physical Internet based Hyperconnected Platform for Heavy-Duty Machinery

- Leverage PI-vision by creating a Platform and offering plant operators the possibility to **share** expensive **composting machinery** among each other

## 3 Model-Based Systems Engineering (MBSE)

- Applying MBSE to **improve** collaboration and **communication** among stakeholders, **reduce risk** and **increase efficiency** for a compost plant of Industry 4.0

## Contact

- Max Cichocki, Graz University of Technology, Institute of Logistics Engineering, cichocki@tugraz.at

## References

- EUROSTAT. Municipal waste by waste management operations [online]. March 2022. Available from: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/bookmark/b417d0a6-bfff-49a5-886d-60ff76a0d352?lang=en>
- M. Cichocki, E. Reitbauer, F. Theurl, and C. Schmied, "Composting 4.0: From The Automatic Steering Of Compost Turners Towards An Autonomous Plant Management", 7th Central European Biomass Conference (CEBC), Graz, Austria, Jan. 2023. ISBN 978-3-9504380-6-2.
- M. Cichocki, C. Landschützer, and H. Hick, "Development of a Sharing Concept for Industrial Compost Turners Using Model-Based Systems Engineering, under Consideration of Technical and Logistical Aspects," Sustainability, vol. 14, no. 17, p. 10694, Aug. 2022, doi: 10.3390/su141710694.



# Mobile conveyor condition monitoring system ‘indicAite’

Michael Schadler

## Problem statement

Due to the multi-layered interdependencies and further increasing networking in logistics, the probability of unscheduled failures of equipment having a negative effect is rising. To prevent this, logistics providers are required to ensure their logistics services, which places high demands on intralogistics systems in terms of availability and reliability. High-availability technology and appropriate maintenance and service concepts are therefore required in order to avoid unpleasant downtime.

Although the reliability and availability of intralogistics systems are a central issue, their maintenance and servicing are very rarely the focus of interest. Among the maintenance strategies defined in the standard DIN EN 13306, those with corrective or with predetermined preventive measures are still widely used in intralogistics.

Condition-based maintenance is only available in very rare cases, for instance for particularly critical components, as it primarily requires repetitive manual inspection of the components in order to evaluate the current condition. Predictive maintenance has a huge potential to provide continuous monitoring, health status estimation or failure prediction. Predictive maintenance is far from the status quo, but there is a particular need to implement such features.

While this applies to logistics in general, intralogistics is particularly suitable for initial exemplary implementation. Due to the e-commerce boom of the last few years and the enormous increase in postal shipments during the Covid19 pandemic, there is an urgent need for appropriate condition monitoring systems and the usage of data science techniques for continuous conveyor technology. [cp. 4]

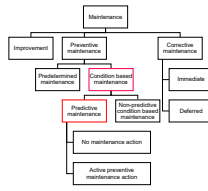


Fig. 1: Maintenance according to DIN EN 13306 [1]

## Objectives

In the field of continuous conveying of unit loads, there is a wide range of different material handling equipment. Their specific application depends on the type of load to be conveyed and its weight respectively. In the area of postal service providers or where the transport aid corresponds to a small load carrier (< 50 kg), roller or belt conveyors are used primarily. Although the technology varies, conveyor systems of this type are usually modular in design and consist largely of standard components. The modular principle has the advantage that mechanical or electrical components or assemblies can be purchased from suppliers and used for specific purposes in the conveyor system. In such a case, the manufacturer of the conveying system concentrates on the implementation of the customer-specific requirements, the design, construction and delivery of the entire system. [cp. 2, 3] However, if problems arise with the standard components or assemblies used, the resulting problems are amplified due to the large number of parts used in the system.

Taking roller conveyors as an example, the objective of this research is to develop basic procedures and tools for their maintenance by monitoring and evaluating the subsystems and components. Two kinds of IoT condition monitoring systems were designed and first described in [4]. The first can be used as a stationary DAQ system, mounted on the conveyor structure, while the second one is a mobile condition monitoring system called ‘indicAite’, residing inside a conventional small load carrier. A mobile system inside a unit load is a superior solution and is of interest by industry partners, as it is more flexible and easier to retrofit. The condition monitoring system consists of low-cost accelerometers/vibration sensors and microcontrollers with exceptional computational power in order to monitor the health state of roller bearings.



Fig. 2: Roller and its bearing



Fig. 3: Mobile condition monitoring system

## Method & Preliminary results

The prototypes are applied and tested on various testbeds at the Institute of Logistics Engineering. The hardware design of the DAQ system itself is continuously evolving as new challenges arise. First test-runs have shown that it is challenging to obtain higher sample rates (>1kHz) with no-name sensor boards. A low-cost approach has been chosen, since the market is very cost-sensitive. Using sensors that are equipped with a FIFO buffer, allowing a dynamic batching of the relevant data, in conjunction with using Interrupt Service Routines have been found to be a more robust solution. It also turned out that sensors connected via the I<sup>2</sup>C bus did not meet the sample rates necessary for the specific measurements. Therefore, additional sensors were connected via SPI bus.

This enables sample rates of up to 6 kHz, depending on the chip used. The system is also equipped with a state-of-the-art indoor positioning system that uses ultrawideband technology to reference its relative position. In order to assign measurements to specific rollers, the system is able to fine-tune the position of a roller via an inductive sensor. The DAQ system is able to determine the start and end of roller conveyor segments via a conventional industrial light barrier. The heart of the mobile condition monitoring system is its microcontroller, a Teensy 4.1 development board, that captures the sensor data and writes it onto an SD-Card (writing to databases via IoT protocol is planned).

The maintenance data derived using the mobile condition monitoring system is processed using the ‘Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)’. Python scripts are used to perform vibration analysis (peak, RMS, crest factor, etc.), FFT and PSD. Also, a wavelet packet decomposition is performed. The energy levels of an N<sup>th</sup>-level WPD is used as input/features in the subsequent supervised machine learning algorithms. [cp. 4]

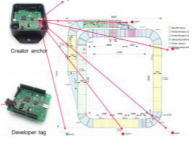


Fig. 4: UWB-based positioning system



Fig. 5: The CRISP-DM cycle [5]



Fig. 6: Prototypes with identical Measurement equipment

## Ongoing work & Outlook

The ongoing research focuses on the implementation of different supervised machine learning algorithms to perform failure classification of roller conveyors. Moreover, the mobile condition monitoring system is subject to further development and testing to verify its functions and enhance its capabilities.

In addition to the low-cost sensors, a very expensive high-resolution vibration sensor is installed in another prototype at a later stage to compare the capabilities of the inexpensive measurement equipment.

## Literature

- [1] Maintenance – Maintenance terminology: Trilingual version, DIN EN 13306:2018-02, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Feb. 2018.
- [2] Böge, A.: Handbuch Maschinenbau – Grundlagen und Anwendung der Maschinenbau-Technik. 19. Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner-Verlag, 2009
- [3] Lottersberger, F.: Beitrag zu einer energieeffizienten Materialflusstechnik, Dissertation, Technische Universität Graz, 2016
- [4] Schadler, M.: Contribution to the maintenance of material handling technology in intralogistics in the context of ongoing digitalization. 311-315. Poster session presented at Logistikwerkstatt Graz 2021, Austria. <https://doi.org/10.3217/978-3-85125-837-0>
- [5] P. Chapman et al., CRISP-DM 1.0. Step-by-step data mining guide. [Online]. Available: <http://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf> (accessed: Jun. 9 2021).



# Problem statement

Due to the multi-layered interdependencies and further increasing networking in logistics, the probability of unscheduled failures of equipment having a negative effect is rising. To prevent this, logistics providers are required to ensure their logistics services, which places high demands on intralogistics systems in terms of availability and reliability. High-availability technology and appropriate maintenance and service concepts are therefore required in order to avoid unpleasant downtime.

Although the reliability and availability of intralogistics systems are a central issue, their maintenance and servicing are very rarely the focus of interest. Among the maintenance strategies defined in the standard DIN EN 13306, those with corrective or with predetermined preventive measures are still widely used in intralogistics. Condition-based maintenance is only available in very rare cases, for instance for particularly critical components, as it primarily requires repetitive manual inspection of the

components in order to evaluate the current condition. Predictive maintenance has a huge potential to provide continuous monitoring, health status estimation or failure prediction. Predictive maintenance is far from the status quo, but there is a particular need to implement such features.

While this applies to logistics in general, intralogistics is particularly suitable for initial exemplary implementation. Due to the e-commerce boom of the last few years and the enormous increase in postal shipments during the Covid19 pandemic, there is an urgent need for appropriate condition monitoring systems and the usage of data science techniques for continuous conveyor technology. [cp. 4]

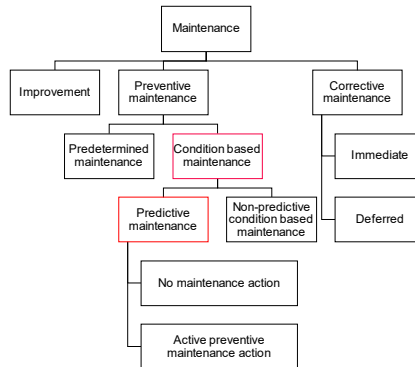


Fig. 1: Maintenance according to DIN EN 13306 [1]

# Objectives

In the field of continuous conveying of unit loads, there is a wide range of different material handling equipment. Their specific application depends on the type of load to be conveyed and its weight respectively. In the area of postal service providers or where the transport aid corresponds to a small load carrier (< 50 kg), roller or belt conveyors are used primarily. Although the technology varies, conveyor systems of this type are usually modular in design and consist largely of standard components. The modular principle has the advantage that mechanical or electrical components or assemblies can be purchased from suppliers and used for specific purposes in the conveyor system. In such a case, the manufacturer of the conveying system concentrates on the implementation of the customer-specific requirements, the design, construction and delivery of the entire system. [cp. 2, 3] However, if problems arise with the standard components or assemblies used, the resulting problems are amplified due to the large number of parts used in the system.

Taking roller conveyors as an example, the objective of this research is to develop basic procedures and tools for their maintenance by monitoring and evaluating the subsystems and components. Two kinds of IoT condition monitoring systems were designed and first described in [4]. The first can be used as a stationary DAQ system, mounted on the conveyor structure, while the second one is a mobile condition monitoring system called 'indicAlte', residing inside a conventional small load carrier. A mobile system inside a unit load is a superior solution and is of interest by industry partners, as it is more flexible and easier to retrofit. The condition monitoring system consist of low-cost accelerometers/vibration sensors and microcontrollers with exceptional computational power in order to monitor the health state of roller bearings.



Fig. 2: Roller and its bearing

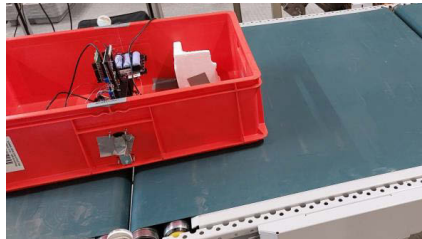


Fig. 3: Mobile condition monitoring system

# Method & Preliminary results

The prototypes are applied and tested on various testbeds at the Institute of Logistics Engineering. The hardware design of the DAQ system itself is continuously evolving as new challenges arise. First test-runs have shown, that it is challenging to obtain higher sample rates (>1kHz) with no-name sensor boards. A low-cost approach has been chosen, since the market is very cost-sensitive. Using sensors that are equipped with a FIFO buffer, allowing a dynamic batching of the relevant data, in conjunction with using Interrupt Service Routines have been found to be a more robust solution. It also turned out that sensors connected via the I<sup>2</sup>C bus did not meet the sample rates necessary for the specific measurements. Therefore, additional sensors were connected via SPI bus.

This enables samples rates of up to 6 kHz, depending on the chip used.

The system is also equipped with a state-of-the-art indoor positioning system that uses ultrawideband technology to reference its relative position. In order to assign measurements to specific rollers, the system is able to fine-tune the position of a roller via an inductive sensor. The DAQ system is able to determine the start and end of roller conveyor segments via a conventional industrial light barrier. The heart of the mobile condition monitoring system is its microcontroller, a Teensy 4.1 development board, that captures the sensor data and write it onto an SD-Card (writing to databases via IoT protocol is planned).

The maintenance data derived using the mobile condition monitoring system is processed using the "Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)". Python scripts are used to perform vibration analysis (peak, RMS, crest factor, etc.), FFT and PSD. Also, a wavelet packet decomposition is performed. The energy levels of an N<sup>th</sup>-level WPD is used as input/features in the subsequent supervised machine learning algorithms. [cp. 4]

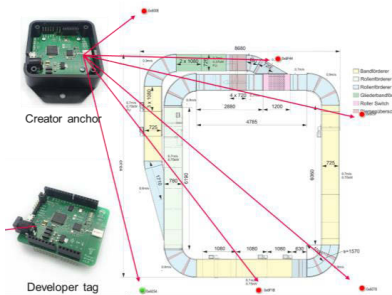


Fig. 4: UWB-based positioning system

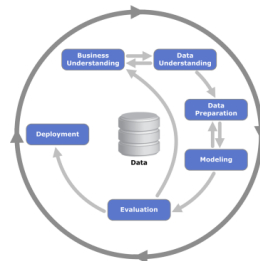
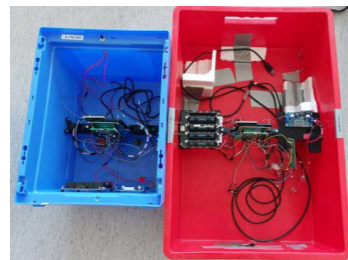


Fig. 5: The CRISP-DM cycle [5]



## Ongoing work & Outlook

The ongoing research focuses on the implementation of different supervised machine learning algorithms to perform failure classification of roller conveyors. Moreover, the mobile condition monitoring system is subject to further development and testing to verify its functions and enhance its capabilities.

In addition to the low-cost sensors, a very expensive high-resolution vibration sensor is installed in another prototype at a later stage to compare the capabilities of the inexpensive measurement equipment.

## Literature

- [1] *Maintenance – Maintenance terminology: Trilingual version*, DIN EN 13306:2018-02, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Feb. 2018.
- [2] Böge, A.: *Handbuch Maschinenbau – Grundlagen und Anwendung der Maschinenbau-Technik*. 19. Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner-Verlag, 2009
- [3] Lottersberger, F.: *Beitrag zu einer energieeffizienten Materialflusstechnik*, Dissertation, Technische Universität Graz, 2016
- [4] Schadler, M.: *Contribution to the maintenance of material handling technology in intralogistics in the context of ongoing digitalization*. 311-315. Poster session presented at Logistikwerkstatt Graz 2021, Austria. <https://doi.org/10.3217/978-3-85125-837-0>
- [5] P. Chapman et al., *CRISP-DM 1.0. Step-by-step data mining guide*. [Online]. Available: <http://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf> (accessed: Jun. 9 2021).



# Entwicklung einer Methode zur holistischen Modellierung und Bewertung von Paketverteilzentren und deren Sortier- und Verteilprozessen hinsichtlich Nachhaltigkeit

Gerald Mahringer



## Einleitung

Die nachhaltige und CO2 neutrale Zustellung von Paketen und Sendungen stellt in Zeiten des Klimawandels eine wichtige und zukunftsorientierte Dienstleistungsform dar. Dieser Service wird von immer mehr Zustellern und Logistikdienstleistern angeboten, versprochen oder sogar garantiert. Doch was bedeutet eine nachhaltige Zustellung für die Lieferkette, bestehend aus Transportstrecken und mehreren intralogistischen Knotenpunkten, in denen die Pakete und Sendungen umgeschlagen und sortiert werden? In Abbildung 1 ist ersichtlich, dass Verteilzentren mit 23 % der Energiekosten der gesamten Lieferkette einen wesentlichen Anteil an deren Nachhaltigkeit leisten. Dieses Forschungsprojekt beschäftigt sich mit Frage, ob die Gestaltung intralogistischer Prozessketten direkten Einfluss auf die Nachhaltigkeit der gesamten Lieferkette und damit auf die Nachhaltigkeit von Paketen und Sendungen hat. Dabei werden verschiedene Aspekte der Energieeffizienz dargestellt und in Relation zur intralogistischen Prozesskette gebracht, um einen ganzheitlichen Einblick zu erhalten, in welchen Prozessschritten Optimierungspotentiale bzgl. Nachhaltigkeit vorliegen.

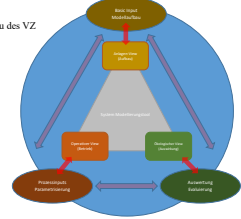


Abbildung 1: Energiekostenverteilung einer Lieferkette (1)

## Methodik

Der Aufbau der Methode besteht im Grundsatz aus drei Teilbereichen, welche durch die Betrachtungsperspektive voneinander abgrenzt werden können:

- Modell Aufbau
  - Anlagen-View (Aufbau)
  - Schnittstelle: Basic Inputs für Aufbau des VZ
- Parametrisierung operativer View (Betrieb)
  - Schnittstelle: Prozessinputs
- Parametrisierung ökologischer View (Auswirkung)
  - Schnittstelle: Auswertungen
  - Evaluierungen



Ein zentraler Punkt zur Verknüpfung dieser Elemente stellt dabei das zu entwickelnde Systemmodellierungstool dar. Dieses Tool dient zur Datengewinnung (Input), Datenverarbeitung (Anwendung von Berechnungsmethoden) als auch zum Datenoutput (Darstellung der Nachhaltigkeitsfaktoren).

Abbildung 2: Aufbau Methode zur Erfassung, Darstellung und Evaluierung von Prozessen

## Zielsetzung

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, darzustellen ob und in welchem Umfang es möglich ist, die Nachhaltigkeit eines bestimmten Paketes auf dem Weg durch ein intralogistisches System innerhalb einer Lieferkette (z. B. Verteilzentrum) zu erfassen und darzustellen. Das zentrale Element innerhalb dieses Projektes stellt dabei die Entwicklung einer Methode zur Erfassung, Darstellung und Bewertung des Sortier- und Verteilprozesses innerhalb von Verteilzentren hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit dar, welche unter anderem die intuitive Modellierung und Parametrisierung und die Auswertung der Nachhaltigkeit, angewandt auf verschiedene Betrachtungsperspektiven, beinhaltet. Weiters wird zur Unterstützung der Entwicklung und Evaluierung der Methode ein interaktives Tool entwickelt, welches es ermöglichen soll, schnell, einfach und intuitiv Szenarien zu generieren und einzulösen, welche in weiterer Folge zur Validierung und Verifizierung der Methode verwendet werden. Die übergeordnete Zielsetzung dieser Forschungsarbeit stellt dabei die Beantwortung folgender Forschungsfragen dar:

- RQ1: Methodentwicklung zur Darstellung von Nachhaltigkeit von Paketen im Verteilzentrum.
  - o RQ 1.1. Ist ein parametrisierbarer Modell Aufbau eines Verteilzentrums sinnvoll möglich?
  - o RQ 1.2. Welche Aspekte/Parameter sind dabei in welchen Ausmaß relevant für die Modellbildung und Parametrisierung des Modells?
  - o RQ 1.3. Wie beeinflussen sich die Parameter gegenseitig hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Nachhaltigkeit von Anlage, Prozesse und Sendungen?
- RQ2: Darstellung der Nachhaltigkeit einzelner Pakete oder Paketspektren bzw. des Verteilzentrums und dessen Prozesse
  - o RQ 2.1 Welche Anforderungen werden an Testszenarien erstellt und wie können diese entwickelt und aufgefuegt werden?
  - o RQ2.2. Welche Grenzen und Potentiale hat die Anwendung der Methode auf verschiedene Testszenarien?
  - o RQ2.3 Wie kann die Methode mithilfe entwickelter Testszenarien validiert und verifiziert werden?

## Fortschritt

In einem ersten Schritt werden Versuche und Untersuchungen unternommen, um die Auswirkungen von Anzahl und Positionierung von Ein- und Ausgangslinien entlang eines Sortierförderers auf die Anzahl der Kreisläufer im System bestimmen zu können. Dabei wurden ereignisbasierte Systemmodellierungen unter Einbezug verschiedener Parameter (z. B.: Störungen an Ein und Ausgangslinien) vorgenommen.

Zur Vereinfachung wird ein Inputtool entwickelt, welches es ermöglichen wird, einfach und intuitiv verschiedene Szenarien zu erstellen und darzustellen.

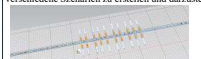


Abbildung 3: Eingetragener verteilbarer Modell Aufbau eines Verteilzentrums

Neben der Untersuchung der Auswirkungen von Anzahl und Positionierung von In- und Outfeedlines entlang des Sortierförderers auf die Anzahl der Kreisläufer werden weitere Schwerpunkte der Untersuchung sein:

- Auswirkungen des Paketspektrums auf die Energieverteilung auf einzelne Pakete
- Auswirkungen des Sortier- und Verteilplans auf die Auslastung der In- und Outfeedlines sowie des Verteilförderers

Abbildung 4: User Interface Aufbau Verteilzentrums

## Ausblick

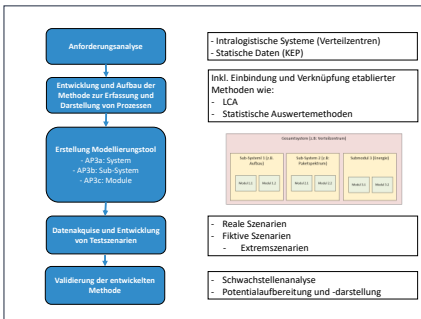
Mit den gewonnen Erkenntnissen aus den Forschungsergebnissen dieses Projektes als auch mit dem im Zuge dieser Arbeit erstellen, interaktiven Modellierungs- und Simulationsstool wird die Grundlage geschaffen für weiterführende wissenschaftliche Überlegungen und Ansätze hinsichtlich Nachhaltigkeit von Paketen und Lieferketten.

- Ganzheitliche Darstellung der Nachhaltigkeit einer gesamten Lieferkette (interdisziplinäres Forschungsfeld)
- Bewertung der Nachhaltigkeit von einzelnen Paketen oder spezifischen Paketspektren in Verteilzentren („Nachhaltigkeitslabel“ für Pakete)
- Handlungsempfehlung für die Konzeptionierung von intralogistischen Systemen hinsichtlich Nachhaltigkeit

Als Teil der Forschungsinitiative Nachhaltige Personen und Gütermobilität ist der Bearbeiter dieses Forschungsvorhabens in eine Gemeinschaft aus wissenschaftlichen Mitarbeiter und Dissertanten an der Fakultät für Maschinenbau und Betriebswirtschaft an der TU Graz eingebunden. Erklärtes Ziel dieser Forschungsinitiative ist ein interdisziplinärer Forschungs- und Wissensausbau der beteiligten Forscher und Institute mit dem übergeordneten Ziel der Weiterentwicklung der Nachhaltigkeit in den Bereichen Personen- und Gütertransport sowie Logistik.



## Ablauf



- Intralogistische Systeme (Verteilzentren)
- Statische Daten (KEP)

- Inkl. Einbindung und Verknüpfung etablierter Methoden wie:
  - LCA
  - Statistische Auswertemethoden



- Reale Szenarien
- Fiktive Szenarien
- Extremszenarien

- Schwachstellenanalyse
- Potentialaufbereitung und -darstellung

## Literatur

- [1] F. Lottersberger: „Beitrag zu einer energieeffizienten Materialflusstechnik Grundlagen zur Ermittlung, zum Vergleich und zur Steigerung der Energieeffizienz“; S4; 2016



# Einleitung

Die nachhaltige und CO<sub>2</sub> neutrale Zustellung von Paketen und Sendungen stellt in Zeiten des Klimawandels eine wichtige und zukunftsorientierte Dienstleistungsform dar. Dieser Service wird von immer mehr Zustellern und Logistikdienstleistern angeboten, versprochen oder sogar garantiert. Doch was bedeutet eine nachhaltige Zustellung für die Lieferkette, bestehend aus Transportstrecken und mehreren intralogistischen Knotenpunkten, an denen die Pakete und Sendungen umgeschlagen und sortiert werden? In Abbildung 1 ist ersichtlich, dass Verteilzentren mit 23 % der Energiekosten der gesamten Lieferkette einen wesentlichen Anteil an deren Nachhaltigkeit leisten.

Dieses Forschungsprojekt beschäftigt sich mit Frage, ob die Gestaltung intralogistischer Prozessketten direkten Einfluss auf die Nachhaltigkeit der gesamten Lieferkette und damit auf die Nachhaltigkeit von Paketen und Sendungen hat. Dabei werden verschiedene Aspekte der Energieeffizienz dargestellt und in Relation zur intralogistischen Prozesskette gebracht, um einen ganzheitlichen Einblick zu erhalten, in welchen Prozessschritten Optimierungspotentiale bzgl. Nachhaltigkeit vorliegen.

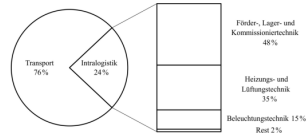


Abbildung 1: Energiekostenverteilung einer Lieferkette [1]

# Zielsetzung

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, darzustellen ob und in welchem Umfang es möglich ist, die **Nachhaltigkeit** eines **bestimmten Paketes** auf dem Weg durch ein **intra-logistisches System innerhalb einer Lieferkette** (z. B. Verteilzentrum) zu erfassen und darzustellen. Das zentrale Element innerhalb dieses Projektes stellt dabei die **Entwicklung einer Methode zur Erfassung, Darstellung und Bewertung des Sortier- und Verteilprozesses innerhalb von Verteilzentren hinsichtlich derer Nachhaltigkeit** dar, welche unter anderem die intuitive Modellierung und Parametrisierung und die Auswertung der Nachhaltigkeit, angewandt auf verschiedene Betrachtungsperspektiven, beinhaltet.

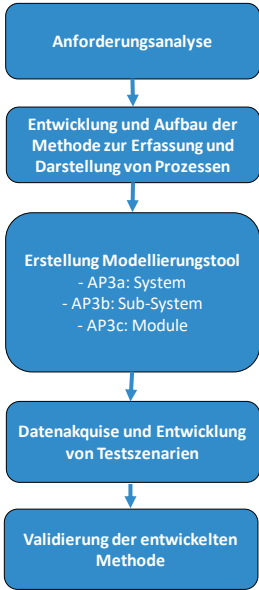
Weiters wird zur Unterstützung der Entwicklung und Evaluierung der Methode ein **interaktives Tool** entwickelt, welches es ermöglichen soll, schnell, einfach und intuitiv Szenarien zu generieren und einzulesen, welche in weiterer Folge zur Validierung und Verifizierung der Methode verwendet werden.

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Forschungsarbeit stellt dabei die Beantwortung folgender Forschungsfragen dar:

- **RQ1: Methodenentwicklung zur Darstellung von Nachhaltigkeit von Paketen im Verteilzentrum.**
  - RQ 1.1. Ist ein parametrisierbarer Modellaufbau eines Verteilzentrums sinnvoll möglich?
  - RQ 1.2. Welche Aspekte/Parameter sind dabei in welchem Ausmaß relevant für die Modellbildung und Parametrisierung des Modells?
  - RQ 1.3. Wie beeinflussen sich die Parameter gegenseitig hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Nachhaltigkeit von Anlage, Prozesse und Sendungen?
- **RQ2: Darstellung der Nachhaltigkeit einzelner Pakete oder Paketspektren bzw. des Verteilzentrums und dessen Prozesse**
  - RQ 2.1 Welche Anforderungen werden an Testszenarien erstellt und wie können diese entwickelt und aufgebaut werden?
  - RQ2.2. Welche Grenzen und Potentiale hat die Anwendung der Methode auf verschiedene Testszenarien?
  - RQ2.3 Wie kann die Methode mithilfe entwickelter Testszenarien validiert und verifiziert werden?

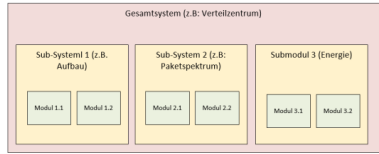


# Ablauf



- Intralogistische Systeme (Verteilzentren)
- Statische Daten (KEP)

- Inkl. Einbindung und Verknüpfung etablierter Methoden wie:
- LCA
  - Statistische Auswertemethoden



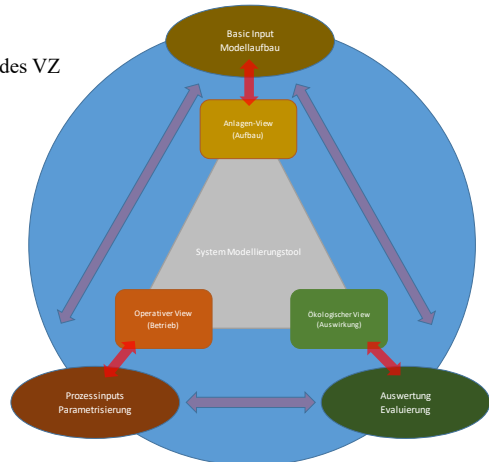
- Reale Szenarien
- Fiktive Szenarien
- Extremszenarien

- Schwachstellenanalyse
- Potentialaufbereitung und -darstellung

# Methodik

Der Aufbau der Methode besteht im Grundsatz aus drei Teilbereichen, welche durch die Betrachtungsperspektive voneinander abgegrenzt werden können:

- **Modellaufbau**  
Anlagen-View (Aufbau)  
Schnittstelle: Basic Inputs für Aufbau des VZ
- **Parametrisierung**  
operativer View (Betrieb)  
Schnittstelle: Prozessinputs
- **Parametrisierung**  
ökologischer View (Auswirkung)  
Schnittstelle: Auswertungen  
Evaluierungen



Ein zentraler Punkt zur Verknüpfung dieser Elemente stellt dabei das zu entwickelnde Systemmodellierungstool dar. Dieses Tool dient zur Datengewinnung (Input), Datenverarbeitung (Anwendung von Berechnungsmethodiken) als auch zum Datenoutput (Darstellung der Nachhaltigkeitsfaktoren).

Abbildung 2: Aufbau Methode zur Erfassung, Darstellung und Evaluierung von Prozessen

# Fortschritt

In einem ersten Schritt werden Versuche und Untersuchungen unternommen, um die **Auswirkungen von Anzahl und Positionierung von Ein- und Ausgangslinien entlang eines Sortierförderers auf die Anzahl der Kreisläufer im System** bestimmen zu können. Dabei wurden ereignisbasierte Systemmodellierungen unter Einbezug verschiedener Parameter (z. B.: Störungen an Ein und Ausgangslinien) vorgenommen.

Zur Vereinfachung wird ein Inputtool entwickelt, welches es ermöglichen wird, einfach und intuitiv verschiedene Szenarien zu erstellen und darzustellen.

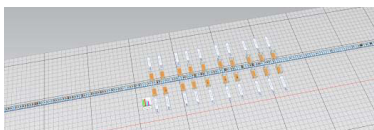


Abbildung 3: Beispielhafter vereinfachter Modellaufbau eines Verteilzentrums

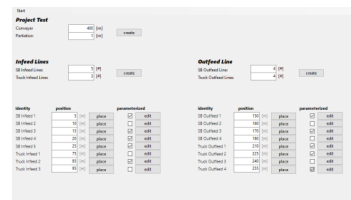


Abbildung 4: User Interface Aufbau Verteilzentrum

Neben der Untersuchung der Auswirkungen von Anzahl und Positionierung von In- und Outfeedlines entlang des Sortierförderers auf die Anzahl der Kreisläufer werden weitere Schwerpunkte der Untersuchung sein:

- Auswirkungen des Paketspektrums auf die Energieverteilung auf einzelne Pakete
- Auswirkungen des Sortier- und Verteilplans auf die Auslastung der In- und Outfeedlines sowie des Verteilförderers

## Ausblick

Mit den gewonnen Erkenntnissen aus den Forschungsergebnissen dieses Projektes als auch mit dem im Zuge dieser Arbeit erstellten, interaktiven Modellierungs- und Simulationstool wird die Grundlage geschaffen für weiterführende wissenschaftliche Überlegungen und Ansätze hinsichtlich Nachhaltigkeit von Paketen und Lieferketten:

- Ganzheitliche Darstellung der Nachhaltigkeit einer gesamten Lieferkette (interdisziplinäres Forschungsfeld)
- Bewertung der Nachhaltigkeit von einzelnen Paketen oder spezifischen Paketspektren in Verteilzentren („Nachhaltigkeitslabel“ für Pakete)
- Handlungsempfehlung für die Konzeptionierung von intralogistischen Systemen hinsichtlich Nachhaltigkeit

Als Teil der **Forschungsinitiative Nachhaltige Personen und Gütermobilität** ist der Bearbeiter dieses Forschungsvorhabens in eine Gemeinschaft aus wissenschaftlichen Mitarbeiter und Dissertanten an der Fakultät für Maschinenbau und Betriebswirtschaft an der TU Graz eingebunden. Erklärtes Ziel dieser Forschungsinitiative ist ein interdisziplinärer Forschungs- und Wissensaustausch der beteiligten Forscher und Institute mit dem übergeordneten Ziel der Weiterentwicklung der Nachhaltigkeit in den Bereichen Personen- und Gütertransport sowie Logistik .



## Literatur

- [1] F. Lottersberger; “Beitrag zu einer energieeffizienten Materialflusstechnik Grundlagen zur Ermittlung, zum Vergleich und zur Steigerung der Energieeffizienz”; S4; 2016



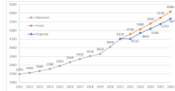


# Simulation des Bewegungsverhaltens von forminstabilen Kleinsendungen im Sortierprozess mittels Multi Flexible Body Dynamics

Gabriel Leitner, Dominik Stadlthanner, Harald Steinkellner

## Einleitung

In den letzten Jahren hat die Kurier-, Express- und Paketbranche (KEP-Branche) einen enormen Anstieg der zu verarbeitenden Sendungsmenge erfahren. Allein im Jahr 2021 stieg das Paketvolumen um 11,2 %. Hinzu kommt, dass insbesondere in der KEP-Branche eine große Heterogenität der Sendungsstruktur zu beobachten ist [1]. Logistikler stehen somit vor der Herausforderung, dieses wachsende und inhomogene Sendungsspektrum zu bewältigen.

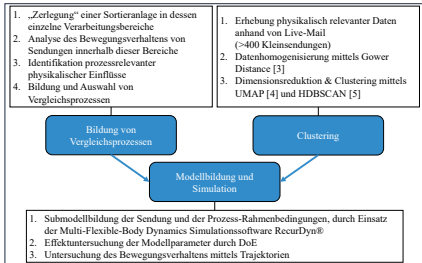


Vor allem forminstabile Sendungen können von herkömmlichen Sortier- und Fördertechnologien oftmals nicht fehlerfrei gehandhabt werden. Daher ist es in solchen Fällen notwendig, manuell in den Sortierprozess einzugreifen, was zu einer signifikanten Reduktion des Durchsatzes führt. Die Entwicklung von neuen Sortierlösungen zur Verarbeitung solcher Sendungen gestaltet sich allerdings schwierig, da deren Bewegungsverhalten noch nicht ausreichend verstanden ist.

## Zielsetzung

Das Ziel des Projektes besteht darin, einen Beitrag zur Entwicklung neuer Sortier- und Fördertechnologien zu leisten, indem geeignete Simulationsmodelle von forminstabilen Kleinsendungen erarbeitet werden. Hierfür werden zunächst geeignete Vergleichsprozesse identifiziert, die während des Sortiervorgangs auftreten können. Zusätzlich werden häufig vorkommende Sendungs-Typen durch Cluster-Analysen ermittelt. Mithilfe von Multi-Flexible-Body-Dynamics (MFBDD) sollen diese Sendungen modelliert werden, um ihr Verhalten in ausgewählten Szenarien zu untersuchen.

## Methodik



## Resultate

**Bildung von Vergleichsprozessen**

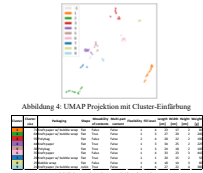
Abbildung 3 zeigt diejenigen Vergleichsprozesse, welche simulationstechnisch weiterverfolgt werden, wobei diese durch folgendes gekennzeichnet sind:

- Referenz zum realen Prozess: Technische Ausführung | Verarbeitungsbereich | auftretende Probleme
- Gewichtung der physikalischen Einflüsse auf die Sendung, welche deren Bewegungsverhalten im Prozess prägen: Reibung | Strömungswiderstand | Zentrifugalkraft | Adhäsion | Variabilität d. Sendung | Stoff

Abbildung 3: Vergleichsprozesse

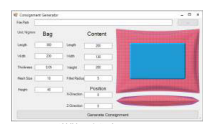
## Clustering

Die Cluster-Analyse liefert die Datengrundlage für die Simulation und entsprechende Validierungsversuche. Die Resultate der Cluster-Analyse sind in Abbildung 4 grafisch dargestellt. Abbildung 5 zeigt die Mittelpunkte der Cluster, welche sich für numerische Attribute aus dem Median und für kategorische Attribute aus dem Modalwert aller im Cluster enthaltenen Datenpunkte ergeben.

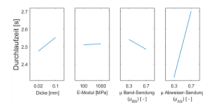


## Modellbildung und Simulation

- 1. Bottom-Up Modellierung**
- Submodell der Verpackung durch Schalenlemente (Shell4)
  - Inhalt als Starrkörper
  - Entwicklung eines Tools zur effizienten Sendungsgenerierung (Abbildung 6)
  - Submodell der Prozess-Rahmenbedingungen
  - Fusionierung zur Gesamtmodell



- 2. Parameterstudien durch DoE**
- Screening: Identifizieren relevanter Parameter durch Parametervariation
  - 2 stufiger Vollfaktorplan (16 Versuche)
  - Darstellen der Ergebnisse in Effektiv-Diagramm (Abbildung 7)



## 3. Untersuchung des Bewegungsverhaltens

- Aufzeichnen und Bewerten der Trajektorien anhand von 5 Markern
- Bewerten der Verformungen Parameter bei verschiedenen Parametern

Abbildung 8: Darstellung einzelner Versuche samt Trajektorien zum gleichen Zeitpunkt (4 aus 16 Versuche)

#	Dicke [mm]	E-Modul [MPa]	Re [I]	Re [I]
1	0,02	100	0,3	0,7
2	0,02	100	0,7	0,3
3	0,1	1000	0,3	0,7
4	0,1	1000	0,7	0,3

Abbildung 1: Parameter der in Abbildung 8 dargestellten Versuche

## Ausblick

Der Vergleichsprozess „Richtungswechsel durch Abweiser“ soll am Realversuch parametrisiert werden. Dazu werden die Bewegungs-Trajektorien der Sendung über Bilderkennung aufgezeichnet und die Abweichung zum Simulationsmodell als Qualitätsmerkmal genutzt. Modellparameter werden daraufhin angepasst, um die Abweichung zu den Realversuchen zu minimieren. Die Validierung des angepassten Modells erfolgt anhand neuer Testdaten aus einer Variation des Vergleichsprozesses. Weitere Vergleichsprozesse werden durch ähnliches Vorgehen untersucht, um die Qualität der erstellten Modelle zu eruiieren. Anhand der erstellten Simulationsmodelle können zukünftige Sortier- und Fördertechnologien in der Entwicklung unterstützt werden.

## Literatur

[1] Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V., „KEP-Studie 2022 – Analyse des Marktes in Deutschland. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (BPEK)“ (2022).  
 [2] Schaefer M., et al., „A method for pre-sorting mixed mail using convolutional neural networks and transfer learning“ in MHCL 2022: XXIV International Conference on „Material Handling, Construction and Logistics“ (2022).  
 [3] Gowat J. C., „A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties“ (1971).  
 [4] McInnes L., Healy J. und Melville J., „UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction“ arXiv preprint (2020).  
 [5] Campello R. J. G., et al., „Density-Based Clustering Based on Hierarchical Density Estimates“. In: Advances in Knowledge Discovery and Data Mining (2013).

# Einleitung

In den letzten Jahren hat die Kurier-, Express- und Paketbranche (KEP-Branche) einen enormen Anstieg der zu verarbeitenden Sendungsmenge erfahren. Allein im Jahr 2021 stieg das Paketvolumen um 11,2 %. Hinzu kommt, dass insbesondere in der KEP-Branche eine große Heterogenität der Sendungsstruktur zu beobachten ist [1]. Logistiker stehen somit vor der Herausforderung, dieses wachsende und inhomogene Sendungsspektrum zu bewältigen.



Abbildung 1: Prognostizierte Entwicklung des KEP-Sendungsvolumens bis 2026 (in Mio. Sendungen) [1]



Abbildung 2: Forminstabile Kleinsendungen [2]

Vor allem forminstabile Sendungen können von herkömmlichen Sortier- und Fördertechnologien oftmals nicht fehlerfrei gehandhabt werden. Daher ist es in solchen Fällen notwendig, manuell in den Sortierprozess einzugreifen, was zu einer signifikanten Reduktion des Durchsatzes führt. Die Entwicklung von neuen Sortierlösungen zur Verarbeitung solcher Sendungen gestaltet sich allerdings schwierig, da deren Bewegungsverhalten noch nicht ausreichend verstanden ist.

# Zielsetzung

Das Ziel des Projektes besteht darin, einen Beitrag zur Entwicklung neuer Sortier- und Fördertechnologien zu leisten, indem geeignete Simulationsmodelle von forminstabilen Kleinsendungen erarbeitet werden. Hierfür werden zunächst geeignete Vergleichsprozesse identifiziert, die während des Sortiervorgangs auftreten können. Zusätzlich werden häufig vorkommende Sendungs-Typen durch Cluster-Analysen ermittelt. Mithilfe von Multi-Flexible-Body-Dynamics (MFBD) sollen diese Sendungen modelliert werden, um ihr Verhalten in ausgewählten Szenarien zu untersuchen.

# Methodik

1. „Zerlegung“ einer Sortieranlage in dessen einzelne Verarbeitungsbereiche
2. Analyse des Bewegungsverhaltens von Sendungen innerhalb dieser Bereiche
3. Identifikation prozessrelevanter physikalischer Einflüsse
4. Bildung und Auswahl von Vergleichsprozessen

1. Erhebung physikalisch relevanter Daten anhand von Live-Mail (>400 Kleinsendungen)
2. Datenhomogenisierung mittels Gower Distance [3]
3. Dimensionsreduktion & Clustering mittels UMAP [4] und HDBSCAN [5]

Bildung von  
Vergleichsprozessen

Clustering

Modellbildung und  
Simulation

1. Submodellbildung der Sendung und der Prozess-Rahmenbedingungen, durch Einsatz der Multi-Flexible-Body Dynamics Simulationssoftware RecurDyn®
2. Effektuntersuchung der Modellparameter durch DoE
3. Untersuchung des Bewegungsverhaltens mittels Trajektorien



## Clustering

Die Cluster-Analyse liefert die Datengrundlage für die Simulation und entsprechende Validierungsversuche. Die Resultate der Cluster-Analyse sind in Abbildung 4 grafisch dargestellt. Abbildung 5 zeigt die Mittelpunkte der Cluster, welche sich für numerische Attribute aus dem Median und für kategoriale Attribute aus dem Modalwert aller im Cluster enthaltenen Datenpunkte ergeben.

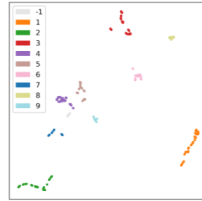


Abbildung 4: UMAP Projektion mit Cluster-Einfärbung

Cluster	Cluster size	Packaging	Shape	Movability of contents	Multi-part content	Flexibility fill level	Length [cm]	Width [cm]	Height [cm]	Weight [kg]	
1	75	Kraft paper w/ bubble wrap	flat	False	False	1	4	23	17	2	362
2	64	Kraft paper w/ bubble wrap	flat	True	False	1	3	27	20	2	2403
3	59	Polybag	flat	False	False	2	4	28	22	2	1992
4	44	Kraft paper	flat	True	False	1	3	34	25	2	2352
5	38	Polybag	flat	True	False	1	3	24	18	2	1002
6	33	Kraft paper	flat	False	False	1	4	33	23	3	4018
7	29	Kraft paper w/ bubble wrap	flat	True	False	1	3	20	15	2	562
8	25	Bubble wrap	flat	False	False	1	4	18	14	3	882
9	23	Kraft paper w/ bubble wrap	cube	True	False	1	4	27	22	4	1882

Abbildung 5: Cluster-Mittelpunkte

## Modellbildung und Simulation

### 1. Bottom-Up Modellierung

- Submodell der Verpackung durch Schalelemente (Shell4)
- Inhalt als Starrkörper
- Entwicklung eines Tools zur effizienten Sendungsgenerierung (Abbildung 6)
- Submodell der Prozess-Rahmenbedingungen
- Fusionierung zu Gesamtmodell

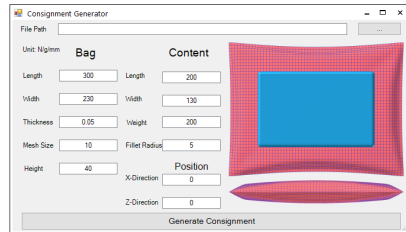


Abbildung 6: Sendungsgenerator

### 2. Parameterstudien durch DoE

- Screening: Identifizieren relevanter Parameter durch Parametervariation
- 2 stufiger Vollfaktorplan mit ausgewählten Parametern (16 Versuche)
- Darstellen der Ergebnisse in Effekt-Diagramm (Abbildung 7)

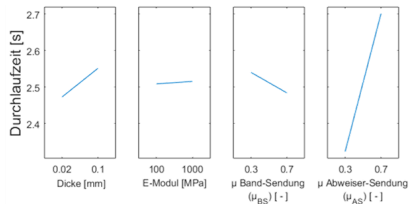


Abbildung 7: Effekt-Diagramm mit Qualitätsmerkmal Durchlaufzeit

### 3. Untersuchung des Bewegungsverhaltens

- Aufzeichnen und Bewerten der Trajektorien anhand von 5 Markern
- Bewerten der Verformungen bei verschiedenen Parametern

#	Dicke [mm]	E-Modul [MPa]	$\mu_{BS}$ [-]	$\mu_{AS}$ [-]
1	0,02	100	0,3	0,7
2	0,02	100	0,7	0,3
3	0,1	1000	0,3	0,7
4	0,1	1000	0,7	0,3

Tabelle 1: Parameter der in Abbildung 8 dargestellten Versuche

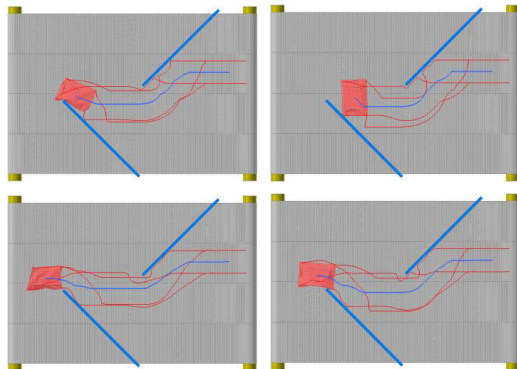


Abbildung 8: Darstellung einzelner Versuche samt Trajektorien zum gleichen Zeitpunkt (4 aus 16 Versuche)

## Ausblick

Der Vergleichsprozess „Richtungswechsel durch Abweiser“ soll am Realversuch parametrisiert werden. Dazu werden die Bewegungs-Trajektorien der Sendung über Bilderkennung aufgezeichnet und die Abweichung zum Simulationsmodell als Qualitätsmerkmal genutzt. Modellparameter werden daraufhin angepasst, um die Abweichung zu den Realversuchen zu minimieren. Die Validierung des angepassten Modells erfolgt anhand neuer Testdaten aus einer Variation des Vergleichsprozesses. Weitere Vergleichsprozesse werden durch ähnliches Vorgehen untersucht, um die Qualität der erstellten Modelle zu eruieren. Anhand der erstellten Simulationsmodelle können zukünftige Sortier- und Fördertechnologien in der Entwicklung unterstützt werden.

## Literatur

- [1] Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V., „KEP-Studie 2022 – Analyse des Marktes in Deutschland. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK)“ (2022).
- [2] Schadler M., et. al., „A method for pre-sorting mixed mail using convolutional neural networks and transfer learning“ In MHCL 2022: XXIV International Conference on "Material Handling, Constructions and Logistics" (2022).
- [3] Gower, J.C., „A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties“. Biometrics (1971).
- [4] McInnes L., Healy J. und Melville J., „UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction“. arXiv preprint (2020).
- [5] Campello R. J. G., et. al., „Density-Based Clustering Based on Hierarchical Density Estimates“. In: Advances in Knowledge Discovery and Data Mining (2013).



# Systemmodellierung zur Komplexitätsbeherrschung von Stetigförderern mit geschlossenen diskreten Zugmitteln



Patrick Kröpfl

## Einleitung

**Stetigförderer mit geschlossenen diskreten Zugmitteln** sind von entscheidender Bedeutung für eine Vielzahl von Industrieanwendungen. In der Intralogistik finden sie ihre Anwendung im Bereich der **Verteilförderer mit segmentierten Tragmitteln**. Dieses Zugmittel ist ein elementarer Bestandteil, durch das der Verteilförderer seine Bewegungsfähigkeit erhält [1].

Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, ist die genaue **Kenntnis der Reaktionskräfte im Zugmittel** wesentlich. Dabei stellt sich ihre Ermittlung als eine komplexe Herausforderung dar, da sie von vielen Faktoren wie Layout, Antriebsmechanismen, angrenzende Bauteile und Prozessbedingungen beeinflusst werden.

Zur Ermittlung der Reaktionskräfte werden in diesem Dissertationsvorhaben **verschiedene Abstraktionsmöglichkeiten** zur Modellierung und Berechnung dieser Systeme untersucht und verglichen. Das Ergebnis wird dazu beitragen, eine Entscheidungsgrundlage zu schaffen, die es ermöglicht, die **ideale Modellierung für das jeweilige System** und seine Anforderungen auszuwählen und dadurch ein besseres Systemverständnis zu erlangen.

## Zielsetzung

- Findung von Abstraktionsmöglichkeiten und Abbildungsmöglichkeiten zur **Ermittlung der Reaktionskraft in Stetigförderern mit geschlossenen diskreten Zugmitteln**
- **Komplexitätsbeherrschung in der Modellbildung**
- Entscheidungsgrundlage für die **optimale Modellierung** in Abhängigkeit der jeweiligen Anforderungen
- Beurteilung der unterschiedlichen **Modellierungsansätze**

## Systemmodellierung

Grundlage für die **Systemmodellierung** bildet die Abstraktion des Realsystems. In Abbildung 1 werden dazu unterschiedliche **Modellierungsmöglichkeiten** aufgezeigt. Dabei wird die These aufgestellt, dass es für jedes Analyseziel ein **ideales Modell** gibt, um dieses zu beschreiben. Aus der **Morphologie** wird dabei in Abhängigkeit von **Modellierungszweck** und **Abstraktionsmöglichkeit** das entsprechende Modell abgeleitet und die **optimale Lösungsmöglichkeit** ausgewählt.

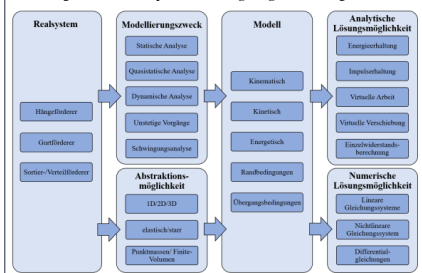


Abbildung 1: Vorschlag einer Morphologie zur Systemmodellierung

## Methode

Die Methodik wird in Abbildung 2 als Flussdiagramm dargestellt. Der erste Schritt des Dissertationsvorhabens umfasst die Definition der **Systemgrenzen und Prozessbedingungen**, welche neben geometrischen Informationen auch anwendungsspezifische Mechanismen und Randbedingungen umfassen. Basierend auf diesen Informationen werden **drei repräsentative Testlayouts** erstellt, welche das Realsystem in unterschiedlichen Ausprägungen darstellen.

Im nächsten Schritt werden die verschiedenen Layouts entsprechend der **Abstraktionsmöglichkeit** und dem **Modellierungszweck** zu einem Modell übergeführt. Jedes Modell wird anschließend nach Möglichkeit mit **unterschiedlichen Lösungsverfahren** gelöst.

Die Güte der verschiedenen Modelle und Lösungsverfahren wird durch die Berechnung der **Reaktionskraft des Zugmittels** beurteilt. Die Bewertung erfolgt anhand einer Reihe von quantitativen Gütekriterien, wie beispielsweise der **Abbildungsgenauigkeit**, der **Rechendauer** und den **Einschränkungen** (z.B. 1D/2D/3D, statisch/dynamisch, elastisch/star) der jeweiligen Modellierung. Abschließend werden diese **Gütekriterien** der einzelnen Lösungsverfahren einander gegenübergestellt, wodurch die jeweiligen **Vor- und Nachteile** ermittelt werden. Dies dient als eine **Entscheidungsgrundlage**, welche je nach Anforderungen und Systemkenntnis die **Abbildungsmöglichkeiten** aufzeigt.

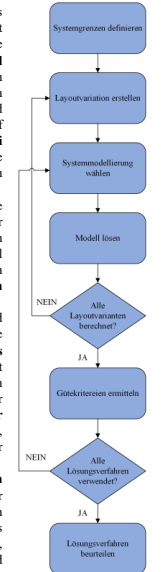


Abbildung 2: Beschreibung der Vorgehensweise

## Ausblick

Die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen liefern einen bedeutenden **Beitrag zur Komplexitätsbeherrschung der Systemmodellierung von Stetigförderern mit geschlossenen Zugmitteln**. Die Ergebnisse bilden das Fundament für weitere Untersuchungen bezüglich **benötigter Antriebskräfte und Reaktionskräfte angrenzender Bauteile**, welche im Dissertationsvorhaben weiter untersucht werden. Dadurch werden **Optierungsmaßnahmen** an der Anlage ermöglicht, wie beispielsweise:

- **Optimierung der Antriebsposition**
- **Lastabhängige Antriebssteuerung**
  - **Energieeffizienz** – Betrieb bei optimalem Wirkungsgrad
  - **Verschleißreduktion**
  - **Emissionsreduktion**

## Literatur

[1] Jodin, Dirk; ten Hompel, Michael: Sortier- und Verteilsysteme – Grundlagen, Ausführung, Berechnung und Einsatz, Berlin/Heidenberg: Springer 2012



## Einleitung

**Stetigförderer mit geschlossenen diskreten Zugmitteln** sind von entscheidender Bedeutung für eine Vielzahl von Industrieanwendungen. In der Intralogistik finden sie ihre Anwendung im Bereich der **Verteilförderer mit segmentierten Tragmitteln**. Dieses Zugmittel ist ein elementarer Bestandteil, durch das der Verteilförderer seine Bewegungsfähigkeit erhält [1].

Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, ist die genaue **Kenntnis der Reaktionskräfte im Zugmittel** wesentlich. Dabei stellt sich ihre Ermittlung als eine komplexe Herausforderung dar, da sie von vielen Faktoren wie Layout, Antriebsmechanismen, angrenzende Bauteile und Prozessbedingungen beeinflusst werden.

Zur Ermittlung der Reaktionskräfte werden in diesem Dissertationsvorhaben **verschiedene Abstraktionsmöglichkeiten** zur Modellierung und Berechnung dieser Systeme untersucht und verglichen.

Das Ergebnis wird dazu beitragen, eine Entscheidungsgrundlage zu schaffen, die es ermöglicht, die **ideale Modellierung für das jeweilige System** und seine Anforderungen auszuwählen und dadurch ein besseres Systemverständnis zu erlangen.

## Zielsetzung

- Findung von Abstraktionsmöglichkeiten und Abbildungsmöglichkeiten zur **Ermittlung der Reaktionskraft in Stetigförderern mit geschlossenen diskreten Zugmitteln**
- **Komplexitätsbeherrschung in der Modellbildung**
- Entscheidungsgrundlage für die **optimale Modellierung** in Abhängigkeit der jeweiligen Anforderungen
- Beurteilung der unterschiedlichen **Modellierungsansätze**

# Systemmodellierung

Grundlage für die **Systemmodellierung** bildet die Abstraktion des Realsystems. In Abbildung 1 werden dazu unterschiedliche **Modellierungsmöglichkeiten** aufgezeigt. Dabei wird die These aufgestellt, dass es für jedes Analyseziel ein **ideales Modell** gibt, um dieses zu beschreiben. Aus der **Morphologie** wird dabei in Abhängigkeit von **Modellierungszweck** und **Abstraktionsmöglichkeit** das entsprechende Modell abgeleitet und die **optimale Lösungsmöglichkeit** ausgewählt.

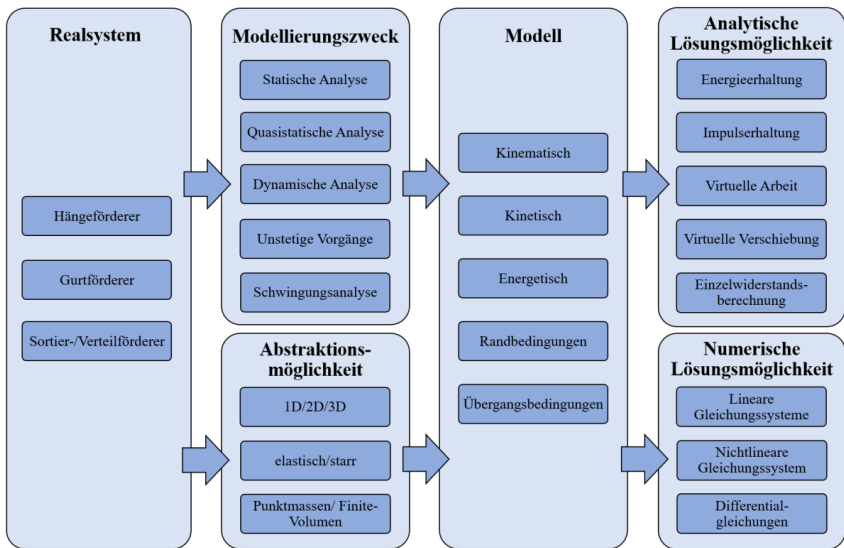


Abbildung 1: Vorschlag einer Morphologie zur Systemmodellierung

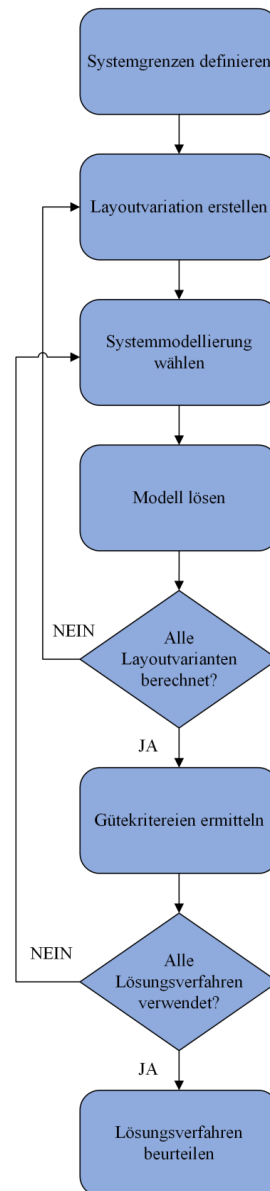
# Methode

Die Methodik wird in Abbildung 2 als Flussdiagramm dargestellt. Der erste Schritt des Dissertationsvorhabens umfasst die Definition der **Systemgrenzen und Prozessbedingungen**, welche neben geometrischen Informationen auch anwendungsspezifische Mechanismen und Randbedingungen umfassen. Basierend auf diesen Informationen werden **drei repräsentative Testlayouts** erstellt, welche das Realsystem in unterschiedlichen Ausprägungen darstellt.

Im nächsten Schritt werden die verschiedenen Layouts entsprechend der **Abstraktionsmöglichkeit** und dem **Modellierungszweck** zu einem Modell übergeführt. Jedes Modell wird anschließend nach Möglichkeit mit **unterschiedlichen Lösungsverfahren** gelöst.

Die Güte der verschiedenen Modelle und Lösungsverfahren wird durch die Berechnung der **Reaktionskraft des Zugmittels** beurteilt. Die Bewertung erfolgt anhand einer Reihe von quantitativen Gütekriterien, wie beispielsweise der **Abbildungsgenauigkeit**, der **Rechendauer** und den **Einschränkungen** (z.B. 1D/2D/3D, statisch/dynamisch, elastisch/starr) der jeweiligen Modellierung.

Abschließend werden diese **Gütekriterien** der einzelnen Lösungsverfahren einander gegenübergestellt, wodurch die jeweiligen **Vor- und Nachteile** ermittelt werden. Dies dient als eine **Entscheidungsgrundlage**, welche je nach Anforderungen und Systemkenntnis die **Abbildungsmöglichkeiten** aufzeigt.



**Abbildung 2: Beschreibung der Vorgehensweise**

## Ausblick

Die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen liefern einen bedeutenden **Beitrag zur Komplexitätsbeherrschung der Systemmodellierung von Stetigförderern mit geschlossenen Zugmitteln**. Die Ergebnisse bilden das Fundament für weitere Untersuchungen bezüglich **benötigter Antriebskräfte und Reaktionskräfte angrenzender Bauteile**, welche im Dissertationsvorhaben weiter untersucht werden. Dadurch werden **Optimierungsmaßnahmen** an der Anlage ermöglicht, wie beispielsweise:

- Optimierung der **Antriebsposition**
- Lastabhängige **Antriebssteuerung**
  - **Energieeffizienz** – Betrieb bei optimalem Wirkungsgrad
  - **Verschleißreduktion**
  - **Emissionsreduktion**

## Literatur

[1] Jodin, Dirk; ten Hompel, Michael: Sortier- und Verteilsysteme – Grundlagen, Ausführung, Berechnung und Einsatz, Berlin/Heidelberg: Springer 2012





# From Waste to Resource: Leveraging Simulation-based Technologies in the Development of an Autonomous Compost Turner

Max Cichocki\*, Eva Reitbauer\*\*, Fabian Theurl\*\*, Christoph Schmied\*\*

## Motivation

In recent years, recycling and composting have seen a significant increase of over 80% and with new EU regulations, this trend is expected to continue. Traditional composting methods, which often involve manual labor, are becoming increasingly challenging to sustain within the rapidly evolving landscape of waste management. To address these challenges, intensive research is being conducted by TU Graz and its industrial partners. One major aspect involves the development of an autonomous compost turner, a technology that has the potential to reduce manual labor and increase efficiency in the composting process. With these developments, TU Graz aims to ensure the continued growth and sustainability of recycling and composting practices, ultimately contributing to a cleaner and greener environment.

## Results & Outlook

Within this study, subsystems for an autonomous compost turner were successfully developed using simulation-based technologies. The result was an increase in efficiency in all stages of the composting process. In the first phase, processes and interfaces were developed on a Soft-PLC and then transferred to the real hardware. In Phase 2, the PLC was integrated into an IIoT module, and a virtual model of the compost turner was created within ROS. Both systems were combined in a Hardware-in-the-Loop simulation to test the IIoT module's functionality, including control tasks and processing of compost data. In the final phase, the IIoT module was integrated into a prototype autonomous compost turner and the overall system was evaluated in an industrial environment.

## Framework, Methods and Tools

### Phase 1: Programmable Logic Controller (PLC) Development



Processes and interfaces are developed virtually on a soft PLC and are only transferred to the real hardware when a defined degree of technical readiness has been achieved.

### Phase 2: Hardware-in-the-Loop Simulation



The PLC is integrated into an Industrial-Internet-of-Things (IIoT) module with advanced compost data processing and cloud-based visualization capabilities. The IIoT device is thoroughly tested in a hardware-in-the-loop simulation, using a digital compost turner model within the Robot-Operating-System (ROS) that accurately replicates its physical behavior.

### Phase 3: Industrial Testing & Application



Demonstration with a prototype autonomous compost turner within an industrial setting: Showcasing the successful interaction of the IIoT module, the navigation module, the sensor technology and the drive train.

## Contact

\* Institute of Logistics Engineering, Graz University of Technology, Austria

\*\* Institute of Geodesy, Graz University of Technology, Austria

## References

EUROSSTAT Municipal waste by waste management operations [online]. March 2022. Available from: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en>  
 M. Cichocki, E. Reitbauer, F. Theurl, and C. Schmied, "Composting 4.0: From The Automatic Steering Of Compost Turners Towards An Autonomous Plant Management", 7th Central European Biomass Conference (CEBC), Graz, Austria, Jan. 2023.  
 M. Cichocki, C. Landschützer, and H. Hoik, "Development of a Sharing Concept for Industrial Compost Turners Using Model Based Systems Engineering, under Consideration of Technical and Logistical Aspects", Sustainability, vol. 14, no. 17, p. 10694, Aug. 2022, doi: 10.3390/s141710694.

# Motivation

In recent years, recycling and composting have seen a significant increase of over 80% and with new EU regulations, this trend is expected to continue. Traditional composting methods, which often involve manual labor, are becoming increasingly challenging to sustain within the rapidly evolving landscape of waste management. To address these challenges, intensive research is being conducted by TU Graz and its industrial partners. One major aspect involves the development of an autonomous compost turner, a technology that has the potential to reduce manual labor and increase efficiency in the composting process. With these developments, TU Graz aims to ensure the continued growth and sustainability of recycling and composting practices, ultimately contributing to a cleaner and greener environment.

## Results & Outlook

Within this study, subsystems for an autonomous compost turner were successfully developed using simulation-based technologies. The result was an increase in efficiency in all stages of the composting process. In the first phase, processes and interfaces were developed on a Soft-PLC and then transferred to the real hardware. In Phase 2, the PLC was integrated into an IIoT module, and a virtual model of the compost turner was created within ROS. Both systems were combined in a Hardware-in-the-Loop simulation to test the IIoT module's functionality, including control tasks and processing of compost data. In the final phase, the IIoT module was integrated into a prototype autonomous compost turner and the overall system was evaluated in an industrial environment.

## Framework, Methods and Tools

### Phase 1: Programmable Logic Controller (PLC) Development



Processes and interfaces are developed virtually on a soft PLC and are only transferred to the real hardware when a defined degree of technical readiness has been achieved.

### Phase 2: Hardware-in-the-Loop Simulation



The PLC is integrated into an Industrial-Internet-of-Things (IIoT) module with advanced compost data processing and cloud-based visualization capabilities. The IIoT device is thoroughly tested in a hardware-in-the-loop simulation, using a digital compost turner model within the Robot-Operating-System (ROS) that accurately replicates its physical behavior.

### Phase 3: Industrial Testing & Application



Demonstration with a prototype autonomous compost turner within an industrial setting: Showcasing the successful interaction of the IIoT module, the navigation module, the sensor technology and the drive train.

## Contact

\* Institute of Logistics Engineering, Graz University of Technology, Austria

\*\* Institute of Geodesy, Graz University of Technology, Austria

## References

- EUROSTAT. Municipal waste by waste management operations [online]. March 2022. Available from: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/bookmark/b417d0a6-bfff-49a5-886d-60ff76a0d352?lang=en>
- M. Cichocki, E. Reitbauer, F. Theurl, and C. Schmied, "Composting 4.0: From The Automatic Steering Of Compost Turners Towards An Autonomous Plant Management", 7th Central European Biomass Conference (CEBC), Graz, Austria, Jan. 2023.
- M. Cichocki, C. Landschützer, and H. Hick, "Development of a Sharing Concept for Industrial Compost Turners Using Model-Based Systems Engineering, under Consideration of Technical and Logistical Aspects," Sustainability, vol. 14, no. 17, p. 10694, Aug. 2022, doi: 10.3390/su141710694.

