



e-commerce:
Gerätetechnik, Software,
Organisation, Geschäftsmodelle

Tagungsband 2021; Graz, 07.–08.10.2021

**e-commerce:
Gerätetechnik, Software,
Organisation, Geschäftsmodelle
Logistikwerkstatt Graz 2021
07. und 08.10.2021**

Editor:

Institut für Technische Logistik, Technische Universität Graz
Christian Landschützer

Layout:

Katja Lindenthal

Cover:

Verlag der Technischen Universität Graz

Cover Bilder:

Grazer Uhrturm: Graz Tourismus – Harry Schiffer
Hörsaal: Lunghammer – TU Graz
Alte Technik: TU Graz
Sonstige: CC0 (Kein Bildnachweis nötig)

Editorial Office:

Christian Landschützer
Petra Gasser

Druck:

Medienfabrik Graz
<https://www.mfg.at/>

© 2021 Verlag der Technischen Universität Graz

www.tugraz-verlag.at

e-commerce: Gerätetechnik, Software, Organisation, Geschäftsmodelle
(Logistik Werkstatt Graz; ISSN: 2411-3735)

ISBN print 978-3-85125-837-0

ISBN e-book 978-3-85125-838-7

DOI 10.3217/978-3-85125-837-0



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung
4.0 Österreich Lizenz.

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

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





Sehr geehrte Damen und Herren!

Nun haben wir mit der heurigen Edition der Logistikwerkstatt Graz zum Thema „e-commerce: Gerätetechnik, Software, Organisation, Geschäftsmodelle“ schon die zweite Tagung während der andauernden Pandemie. Vieles hat sich durch ebendiese in unserem Alltag, ob beruflich oder privat, geändert. Auch wenn viele dieser Veränderungen nicht a priori positiv konnotiert sind, – angeblich sind bspw. ja Ingenieur*innen Menschen, die Veränderungen gar nicht mögen... – so ist



Evolutionforscher*innen zufolge die Anpassungs- und Veränderungsfähigkeit des und der Einzelnen sowie der Gesellschaft als Ganzes wahrscheinlich der entscheidende Evolutionsvorteil der Menschheit gegenüber allen anderen Spezies und höchstwahrscheinlich der Grund, warum es noch immer Menschen gibt. Und damit sind wir alle, und im Speziellen gerade die Forscher*innen, die Entwickler- und Betreiber*innen von Logistik, gefordert, uns stetig anzupassen, zu reagieren aber vielmehr noch zu agieren und aktiv zu gestalten.

Aktiv gestalten wollen wir mit unserer Konferenz die Zukunft und den Austausch in unserer (Intra)logistikcommunity. Hier sind wir im e-commerce, mit all den zugehörigen Agenden aus KEP, Einzelhandel, (Intra)logistik bis hin zu den wirtschaftlichen Aspekten unter stets steigender Virtualisierung, umgetrieben von Wachstumswahlen, die andere Branchen mitunter neidisch herüberschielern lassen könnten. Wenn unsere Sichtweise auf das heurige Konferenzthema e-commerce auch eine westlich-mitteleuropäische ist, und mir auf meinen unzähligen Netzwerkbesuchen bspw. in den Osten dazu ein oft geradezu konträres Bild begegnet, dürfen wir aber schon von einem „Megatrend e-commerce“ sprechen, der unumstößlich präsent ist und viele unserer Geschäfte nachhaltig verändern wird bzw. dies schon hat.

Wie wir diese Veränderung gestalten können, zeigen mehr als 20 Vortragende mit ihren Präsentationen, Postern und Tagungsbandbeiträgen bei uns hier in der Logistikwerkstatt. Die die Tagung begleitenden fruchtbaren Diskussionen wollen wir wieder in einer Nachlese darstellen, wofür ich unserem Medienpartner „HUSS-VERLAG GmbH“ sehr herzlich danke. Im vorliegenden Tagungsband können Sie einen Eindruck von der uns umtreibenden Dynamik bekommen und ggf. auch nochmals nachlesen, was Sie besonders angesprochen hat. Der Tagungsband ist wieder als eBook und in Printversion über den Buchhandel beziehbar. Beiträge aus Wissenschaft und Wirtschaft identifizieren darin Potenziale und zeigen Handlungsempfehlungen sowie technische Lösungsmöglichkeiten auf, wie wir e-commerce v.a. technisch gestalten können. Für die heuer besonders rege Beteiligung danke ich all unseren Vortragenden und ganz besonders den Sponsoren, ohne die diese Tagung nicht möglich wäre. Ebenso danke ich Frau Christine Lichem-Herzog und Herrn Andreas Pesenhofer für die konstruktive Programmplanung und Frau Petra Gasser für das Editorial Office ganz herzlich.

Ihnen liebe Leserin und ihnen lieber Leser wünsche ich auch im Namen des vnl das Allerbeste für die nahe und ferne Zukunft sowie erhellende Einblicke mit diesem Tagungsband.

Christian Landschützer, Assoc.Prof. DI Dr.techn.
Herausgeber der Schriftenreihe “Logistik Werkstatt Graz”



Sponsoren



SIEMENS



Programm

7.10.2021 – Wissenschaftstag

08:30 – 09:00	Frühstückskaffee u. networking
09:00 – 09:15	Begrüßung <i>Franz Haas; Dekan der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften TU Graz</i> <i>Christian Landschützer, Professor Institut für Technische Logistik TU Graz</i>
09:15 – 10:00	KEYNOTE: 01 Markt-/Geräte- u. Systemdynamik – Ein Technologieüberblick <i>Thorsten Schmidt, Professor Institut für Technische Logistik u. Arbeitssysteme TU Dresden</i>
10:00 – 10:30	02 Automatisierte Entladung von Paketen im Pulk – Erfahrungen eines StartUps <i>Matthias Fritz u. Andreas Wolfschluckner, PHS Logistiktechnik GmbH Graz</i>
10:30 – 11:00	03 Logistik Herausforderungen im Omni-Channel Handel <i>Eustachius Kreimer, Kastner & Öhler Service GmbH</i>
11:00 – 11:15	Kaffeepause u. networking
11:15 – 11:45	04 Condition Monitoring von Gurtförderanlagen mit IoT-Tragrollen zur Erkennung von Heißläufern und Ausrichtungsproblemen <i>Andre Katterfeld, Professor Institut für Logistik und Materialflusstechnik Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg</i>
11:45 – 12:15	05 Kommissioniersysteme und mobile Robotik <i>Dirk Kauke, Lehrstuhl Fördertechnik, Materialfluss und Logistik TU München</i>
12:15 – 13:30	Mittagessen u. networking
13:30 – 14:15	KEYNOTE: 06 Autonomes Fahren: Stand, Herausforderungen und Perspektiven für die Logistik <i>Gerhard Greiner, Managing Director ALP.Lab GmbH</i>
14:15 – 14:45	07 E-Commerce – eine Frage der Flexibilität? <i>Robert Schulz; Daniel Mezger, Institut für Fördertechnik und Logistik Universität Stuttgart</i>
14:45 – 15:00	08 Nachhaltige Personen- und Gütermobilität – eine Forschungsinitiative der TU Graz <i>„Wie meine Forschung zu nachhaltigem e-commerce beiträgt“ Pitchvideos</i> <i>Dissertant*innen</i>
15:00 – 15:30	Kaffeepause u. networking Besichtigung „Spider“ - Testplattform für autonome Fahrzeuge
15:30 – 17:15	WERKSTATT 1: Autonomes Zustellfahrzeug <u>Gemeinsame Erörterung:</u> Szenarien u. Use Cases, Best Practice (Erfahrungen), KPIs, sinnvoller Automatisierungsgrad, Potenzial, Drohnen, Abgrenzung zu intralog. AGVs, Skizze Entwicklungspfad <u>Podiumsdiskussion:</u> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Gerhard Greiner, Managing Director ALP.Lab GmbH</i> • <i>Hannes Hick, Professor Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik TU Graz</i> • <i>Andrea Pilz-Kapfinger, Österreichische Post AG</i> • <i>Thorsten Schmidt, Professor Institut für Technische Logistik u. Arbeitssysteme TU Dresden</i> • <i>Christian Landschützer, Professor Institut für Technische Logistik TU Graz</i>
17:15	Getränke
17:30	Abfahrt Abendveranstaltung



8.10.2021 – Industrietag

08:30 – 09:00	Frühstückskaffee u. networking
09:00 – 09:10	Begrüßung und Zusammenfassung des Vortags <i>Christian Landschützer, Professor Institut für Technische Logistik TU Graz</i>
09:10 – 10:00	KEYNOTE(s): 09 Intralogistik weiterdenken mit Digitalisierung <i>Domenik Prims, Siemens Logistics GmbH Konstanz</i> <i>Michael Kaspar, Siemens AG</i>
10:00 – 10:30	10 Robotics und AI in der Intralogistik <i>Roman Schnabl, Knapp AG</i>
10:30 – 11:00	11 E-Commerce – Chancen aus der Perspektive der Österreichischen Post <i>Andrea Pilz-Kapfinger, Österreichische Post</i>
11:00 – 11:15	Kaffeepause
11:15 – 11:45	12 Amazon Logistics <i>Markus Neumayer, Regional Director MEU South Amazon Logistics</i>
11:45 – 12:15	13 E-Commerce – Anforderungen der Betreiber und Antworten der MHE-Anbieter <i>Peter Totz, Global Head of Business Development, SSI Schäfer</i>
12:15 – 12:45	14 Mut zum Wandel ... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben) <i>Jan Kaulfuhs-Berger, Chefredakteur „Technische Logistik“ Berlin</i>
12:45 – 13:30	Mittagessen u. networking
13:30 – 14:00	15 The 7+Rs of Omnichannel Grocery <i>Michael Schedlbauer, TGW</i>
14:00 – 14:30	16 Niceshops E-Commerce Logistics Insights <i>Florian Flock, CEO Datenkraft niceshops GmbH</i>
14:30 – 15:00	17 Teaser zur Kunstinstallation „tracingspaces“ – Graz backstage <i>Michael Hieslmair und Michael Zinganel, Architekten (Graz und Wien)</i>
15:00 – 15:15	Kaffeepause u. networking Besichtigung „Kunstinstallation“
15:15 – 16:30	WERKSTATT 2: Microhub u. Groß-Fulfillment – das Beste aus beiden Welten! <u>Gemeinsame Erörterung:</u> sinnvoller Automatisierungsgrad u. Flexibilität, KPIs <u>Podiumsdiskussion:</u> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Roman Schnabl, KNAPP AG</i> • <i>Michael Schedlbauer, TGW</i> • <i>Peter Totz, SSI Schäfer</i> • <i>Domenik Prims und Michael Kaspar, Siemens Logistics GmbH Konstanz und Siemens AG</i> • <i>Eustachius Kreimer, Kastner & Öhler</i> • <i>Markus Neumayer, Amazon Logistics</i> • <i>Florian Flock, niceshops</i> • <i>Andreas Pesenhofer, Managing Director ACL Advanced Commerce Labs Graz</i>
16:30	Abschluss
16:35	Getränke und Snacks

Inhaltsverzeichnis

1. Markt-/Geräte- u. Systemdynamik –Ein Technologieüberblick	1
<i>Prof. Thorsten Schmidt</i>	
2. Automatisierte Entladung von Paketen im Pulk – Erfahrungen eines StartUps..	19
<i>Dr. Andreas Wolfschluckner, Dr. Matthias Fritz</i>	
3. Logistik Herausforderungen im Omni-Channel Handel	31
<i>Eustachius Kreimer</i>	
4. Condition Monitoring von Gurtförderanlagen mit IoT-Tragrollen zur Erkennung von Heißläufern und Ausrichtungsproblemen.....	39
<i>Prof. Andre Katterfeld; Dr.-Ing. Christian Richter; Yevgeniy Chumachenko</i>	
5. Kommissioniersysteme und mobile Robotik	57
<i>M.Sc. Dirk Kauke</i>	
6. Autonomes Fahren: Stand, Herausforderungen und Perspektiven für die Logistik	69
<i>Dipl.-Ing. Gerhard Greiner</i>	
7. E-Commerce – eine Frage der Flexibilität?	89
<i>Prof. Robert Schulz; M.Sc. Daniel Mezger</i>	
8. Nachhaltige Personen- und Gütermobilität – eine Forschungsinitiative der TU Graz	109
<i>Prof. Franz Haas; Prof. Mario Hirz; Prof. Christian Landschützer</i>	
9. Thinking intralogistics further –with digitalization!	123
<i>Michael Kaspar</i>	
10. Bedeutung der virtuellen Inbetriebnahme von Fördertechnik für die Paketverzeinelung	137
<i>Dr.-Ing. Domenik Prims</i>	
11. Robotics und AI in der Intralogistik	149
<i>Roman Schnabl</i>	
12. E-Commerce – Chancen aus der Perspektive der Österreichischen Post	177
<i>Andrea Pils-Kapfinger; Moritz Kainz</i>	
13. Amazon Logistics	193
<i>Markus Neumayer</i>	
14. E-Commerce Anforderungen der Betreiber und Antworten der MHE- Anbietermazon Logistics	213
<i>Peter Totz</i>	

15. Mut zum Wandel ... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben).....	229
<i>Jan Kaulfuhs-Berger</i>	
16. The 7+ Rs of Omnichannel Grocery.....	241
<i>Michael Schedlbauer</i>	
17. E-Commerce ist unsere Leidenschaft	259
<i>Florian Flock</i>	
18. Graz Backstage	277
<i>Dipl.-Ing. Michael Hieslmair, Dipl.-Ing. Michael Zinganel</i>	
19. Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Systeme	285
<i>Dipl.-Ing. Alexander Ortner-Pichler; Prof. Christian Landschützer</i>	
20. Materialflussanalyse und –optimierung in einem Großhandelsunternehmen....	291
<i>Christoph Klade, BSc.</i>	
21. Vorgehensmodell zur konzeptionellen Planung von Sortier- und Verteilzentren?	299
<i>Dipl.-Ing. Martin Knödl</i>	
22. Erstellung eines Interaktiven Tools zur Modellierung von Intralogistischen Systemen für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Paketen.....	305
<i>Dipl.-Ing. Gerald Mahringer</i>	
23. Contribution to the maintenance of material handling technology in intralogistics in the context of ongoing digitalization	311
<i>Dipl.-Ing. Michael Schadler</i>	
24. Methodische Entwicklung eines neuartigen Sortiersystems für Polybags.....	317
<i>Dipl.-Ing. Michael Schedler</i>	
25. Beitrag zur Simulation des Bewegungsverhaltens vereinzelter Kleinsendungen	323
<i>Dipl.-Ing. Dominik Stadlthanner</i>	
26. Methodik zum Nachweis der technischen Verfügbarkeit intralogistischer Systeme	329
<i>Dipl.-Ing. Wolfgang Trummer</i>	
27. Transformation zur Kompostieranlage der Industrie 4.0	335
<i>Dipl.-Ing. Max Cichocki</i>	



**Markt-/Geräte- u. Systemdynamik –
Ein Technologieüberblick
oder
Die Evolution Fahrerloser Transportsysteme:
– von der Automatisierung zur (Teil-)Autonomie**

Thorsten Schmidt

Prof. Dr.-Ing. habil.

Thorsten Schmidt

- Technische Universität Dresden
- Professur für Technische Logistik

Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Schmidt
Technische Universität Dresden
Professur für Technische Logistik

Markt-/Geräte- u. Systemdynamik – Ein Technologieüberblick

oder

Die Evolution Fahrerloser Transportsysteme: – von der Automatisierung zur (Teil-)Autonomie

Graz, 7.10.2021

Agenda

Eine Reise von Intralogistik-Meilensteinen zu zukünftigen Herausforderungen im dritten
Jahrtausend:

ein paar kleinere Revolutionen.

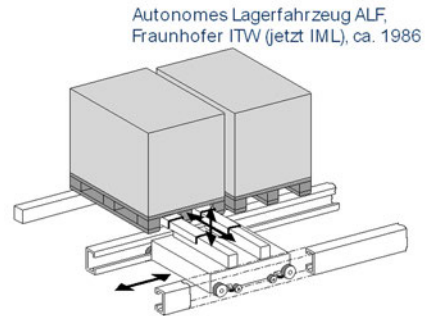
Revolution Teil I: ~2002-Shuttle rocken die Kleinteilelagerung



Quelle: Knapp



Quelle: Dematic



Autonomes Lagerfahrzeug ALF,
Fraunhofer ITW (jetzt IML), ca. 1986

Jinemann et al.: Materialflusssysteme, Springer 1989

Stärken der Shuttle-Technologie



- Hohe Durchsatzleistung
- Versorgungssicherheit durch Redundanz
- Hohe Verfügbarkeit
- Sequenzbildung möglich
- Weitreichende Handhabungsfähigkeit
- Erschließung eines großen Bestandes
- Neue energetische Konzepte; Energieeffizienz



Weitere Anbieter heute

(alphabetisch):

-Behälter: Gebhardt, Klinkhammer, psb, Savoye, Servus, SSI, Swisslog, TGW, Vanderlande, viastore, (YLOG), ...

-Paletten: AutoMHA, Bastian, Bito, Dambach, Daifuku, Dexion, Gebhardt, Jungheinrich, Linde, Mecalux, MLOG, Radioshuttle, Savoye, Still, Toyota, WDX, ...



„Herausforderung“ Shuttle in der Praxis

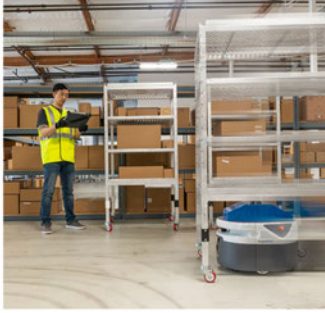
- Technikhösungen ermöglichen eine große Differenzierung bei den Shuttles, so dass sich weiter verschiedenartige Lösungen am Markt etablierten, eine direkte Vergleichbarkeit der Herstellerlösungen bleibt „schwierig“
- Steuerungssoftware ist ein zentrales Element jeder Shuttle-Lösung, mit wesentlichem Einfluss auf die Leistung
- Etablierte Regelwerke der Systemauslegung anfangs ungeeignet (Diagonalfahrt, Einfluss der Beschleunigungsanteile, Abbildung der Vielfalt)
- Richtlinienwerke seit 2015 (VDI 2692 Blatt 1; seit 2017 FEM 9.860) mit deutlich aufwendigerer Berechnung, Berücksichtigung bedingter Wahrscheinlichkeiten

Revolution Teil II: ~2005- Als die Regale laufen lernten: „Robot fulfilment systems“



Eine schnell gefüllte Lücke...

Fetch robotics: CartConnect100



Grenzebach: GCom



Grey orange: Ranger



Und weitere...

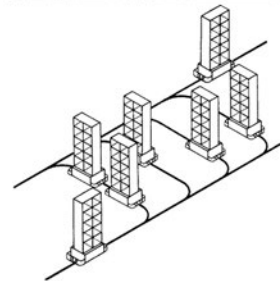


Geek+



ASTI

By the way...

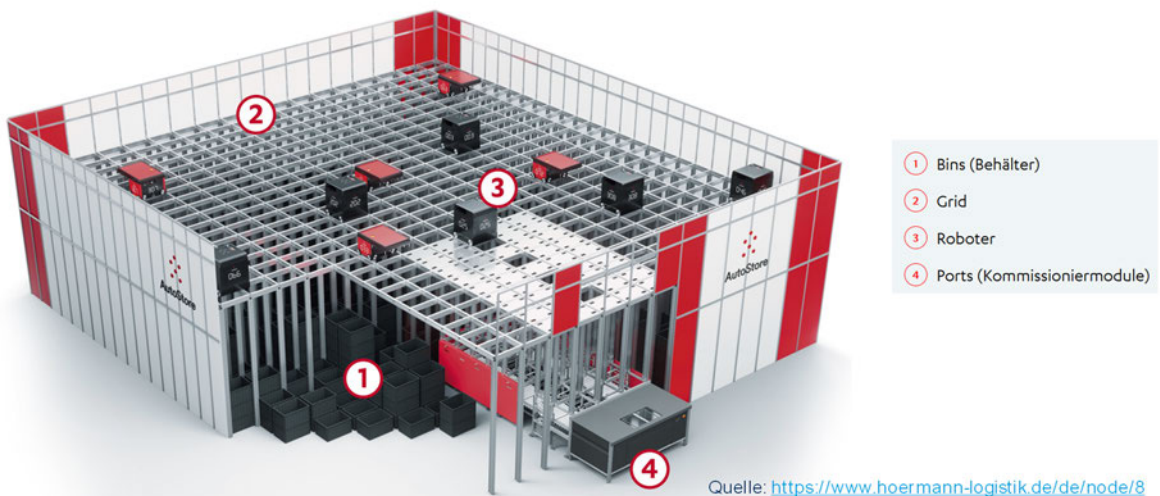


Jinemann:
Materialflusssysteme,
Springer 1989, S. 157

Robot fulfilment systems

- Fokussieren auf reines e-Commerce (B2C) Umfeld
- Basierten zunächst auf klassischer Technologie (Lokalisierung, Antrieb, Steuerung), neue Anbieter bringen aktuelle Technologien ein (SLAM, dezentrale Konzepte)
- USPs sind: Wegzeiteneinsparung, kurze Inbetriebnahme (keine Installationen)
- Herausforderungen sind: Beherrschung der Systemkomplexität, Passfähigkeit des Artikelspektrums (ausgeglichenes Zugriffsverhalten)
- hoch spezialisierte Lösung für schmalen Einsatzbereich

Revolution Teil III: ~2008 Dichter geht's nicht: „Grid storage systems“



Wettbewerb



OCADO

„Grid based storage systems“...

- + kompakte Lagerung
- + hohe Skalierbarkeit
- + niedrige Einstiegsschwelle in Lagerautomation (als Einzellösungen)

- Speziallösung mit geringem Wettbewerb (noch?)
- Abhängigkeiten, Systemverständnis (?)
- Ggf. Durchsatz-Leistung (?)
- hoch spezialisierte Lösung für schmalen Einsatzbereich



Kleines Zwischenfazit

- klarer Trend zu Flotten kleiner Einheiten für Transport und Lagerung
- deutliche Zunahme an Gestaltungsmöglichkeiten und Systemleistung
- Anstieg der Systemkomplexität und Projektanforderungen

ODER:

Erst kamen die Shuttle, dann kam noch Digitalisierung hinzu...

Revolution Teil IV: Paradigmenwechsel

Hintergrund

- Dynamische Einsatzumgebung in Logistiksystemen
- Rapide Weiterentwicklung technischer Komponenten
- Forderung nach mehr Flexibilität und Robustheit zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit



Fig. Einsatz von FTS–hohe Robustheit in anspruchsvoller Einsatzumgebung

Trend

- Entwicklung vom Automated Guided Vehicle (AGV) zum Autonomous Mobile Robot (AMR)
- Von dem Paradigma einer starren Automatisierung zu selbständigen Maschinen

Wesentliches Merkmal

- Dezentrale Entscheidungsfindung in definierten Grenzen

Paradigmenwechsel

Definition

Autonomous mobile robots are industrial robots that use a decentralized decision-making process for collision-free navigation to provide a platform for material handling, collaborative activities, and full services within a bounded area.

Quelle:
Fragapane, Giuseppe & de Koster, René & Sgarbossa, Fabio & Strandhagen, Jan Ola, 2021. "Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda," *European Journal of Operational Research*, Elsevier, vol. 294(2), pages 405-426.

Paradigmenwechsel

Wesentliche Charakteristika von AMR



Technologietreiber



Technologiesprünge in Hardware und Software als Basis für AMR Systeme

<p>Software</p>	<p>Komponenten</p>	<p>Energieversorgung</p>	<p>System</p>
<p>Bildverarbeitung</p>	<p>Datenübertragung</p>	<p>System</p>	



Prof. Thorsten Schmidt / TU Dresden
Logistikwerkstatt Graz 2021

Folie 17



Technologietreiber

Hardware

- Sensorik
- Lokalisierung
- Energieversorgung
- Handhabungstechnik
- Datenverarbeitung



Fig: Kleinskalige Grafikkarten



Fig: Leichtbau-Roboterarm

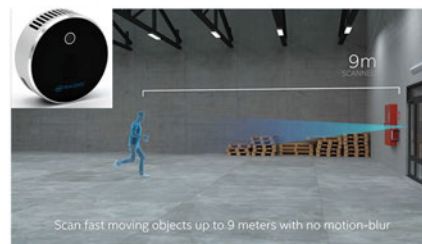


Fig: UDAR- Sensorik



Prof. Thorsten Schmidt / TU Dresden
Logistikwerkstatt Graz 2021

Folie 18



Technologietreiber

Software

- Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)
- Motion Planning
- Künstliche Intelligenz

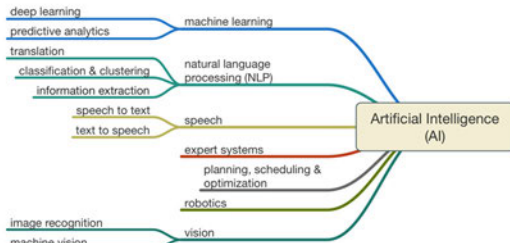


Fig. Teilgebiete Künstlicher Intelligenz

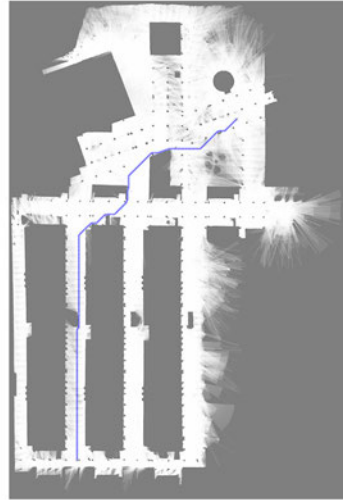


Fig. Karte mit geplanter Trajektorie

Technologietreiber

Navigation: Prämisse für Autonomie

BP1

Automated → Transition in navigation technology → Autonomous



Technology	Maturity	Medium to high payload	Low payload	On-site installation	Infrastructure modification	Workflow modification	Human-robot collaboration
Automated	High	Yes	Yes	Long	Needed	Difficult	Limited
Autonomous	Medium	Developing	Yes	Short	Not needed	Easy	Expansive

Technologietreiber

Plattform: Voraussetzung für Skaleneffekte



Fig: Universelle Fahrplattform kombinierbar mit spezifischen Funktionseinheiten

Technologietreiber

Plattform: Voraussetzung für Skaleneffekte

Erschließung neuer Anwendungsfelder

- Inventur
 - Gastronomie
 - Führung von Personen
 - Greifen von Gegenständen
 - Bestückung von Maschinen
 - Desinfektion
 - ...
- Servicefunktionen gewinnen gegenüber Transport an Bedeutung
 - Trennung der Fahrfunktion von der Einsatzfunktion
 - Klassisches FTS als Plattform mit Aufbau zur Handhabung – Abgrenzung?



Fig.: Mobiler Roboter zur Desinfektion mittels UV-Beleuchtung

Akteure am AMR-Markt



Konsequenz

- Segmentierung des Marktes durch Spezialisierung
- Innovationsdruck durch neue Akteure
- Fähigkeit zur Integration heterogener Systeme notwendig

Neue Herausforderungen in der Planung und Steuerung

Zentrale Frage zur Realisierung von AMR-Flotten

Sind etablierte Ansätze für AMR geeignet – Welche Adaptionen sind notwendig?

Neue Aspekte

- Auswahl Fahrzeugtyp (Anbieter, Plattform, Aufbau, Steuerung) und Fahrzeuganzahl
- Festlegung des Autonomielevels (Transport, Navigation, Energiemanagement, ...)
- Dezentrale Einsatzplanung (Optimalität vs. Skalierbarkeit/Robustheit)
- Freiheitsgrade der Einsatzumgebung (Grad der Interaktion, Sicherheit, Dynamik)
- Eingrenzung der Autonomie (z. B. Aktionsradius) durch Zonierung als enabler für Skalierbarkeit



Arbeiten am Lehrstuhl Technische Logistik, TU Dresden: Schwarmverhalten autonomer Transportfahrzeuge SVAT

Routing

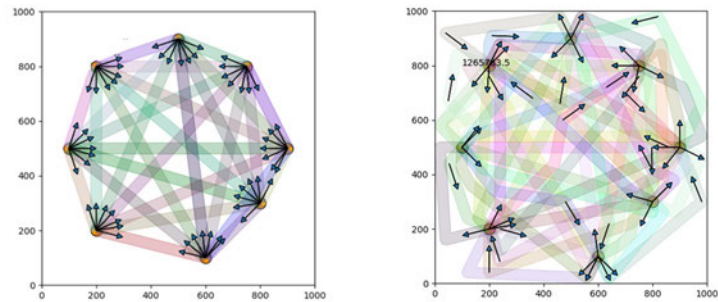
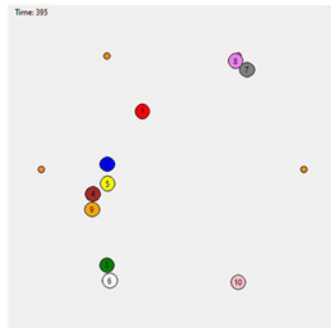


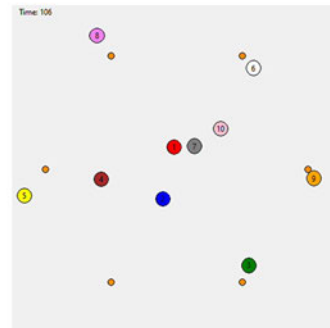
Fig.: Definition konfliktarmer Vorzugstrajektorien

SVAT: Anwendung des Simulators

Fahrzeuge fahren „egoistisch“ direkte/kürzeste Wege



SVAT: Fahrzeuge fahren nach vordefinierten Regelwerk



– ca. 30 % mehr Fahrten, d. h. höherer Durchsatz möglich
durch Reduzierung von Ausweichmanövern

Arbeiten am Lehrstuhl Technische Logistik, TU Dresden: IPS-Framework

Indoor Navigation

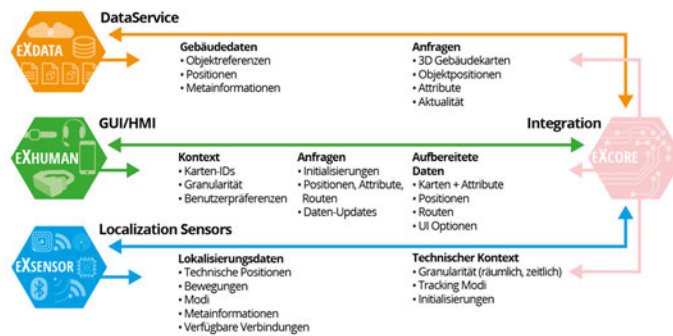


Fig.: Offenes Framework zur Integration von Navigationstechnologien

Fazit/ Ausblick

- die heutige Reife mehrerer technologischer Entwicklungen führt zu einer Gesamtsituation, die fundamentale Änderungen ermöglicht
- hoch spezialisierte Lösungen bieten Performanz zu Lasten von Universalität
- Forderung nach Robustheit und Wandlungsfähigkeit erfährt mehr Gewicht und ist Treiber
- Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz spielen wichtige Rolle zur Beherrschung der Anforderungen
- neue Eigendynamik der Systeme → neues Systemverständnis benötigt (!?) → neue Strukturen in Projektkonstellationen (Auftraggeber-Planer-Integrator-Techniklieferant)



Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Thorsten Schmidt
thorsten.schmidt@tu-dresden.de

Mit Unterstützung von:
Patrick Boden
Karl-Benedikt Reith



Automatisierte Entladung von Paketen im Pulk – Erfahrungen eines StartUps

Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas Wolfschluckner;
Dipl.-Ing. Dr.techn. Matthias Fritz



Dipl.-Ing. Dr.techn.

Andreas Wolfschluckner

- PHS Logistiktechnik GmbH
- Geschäftsführung / Entwicklung



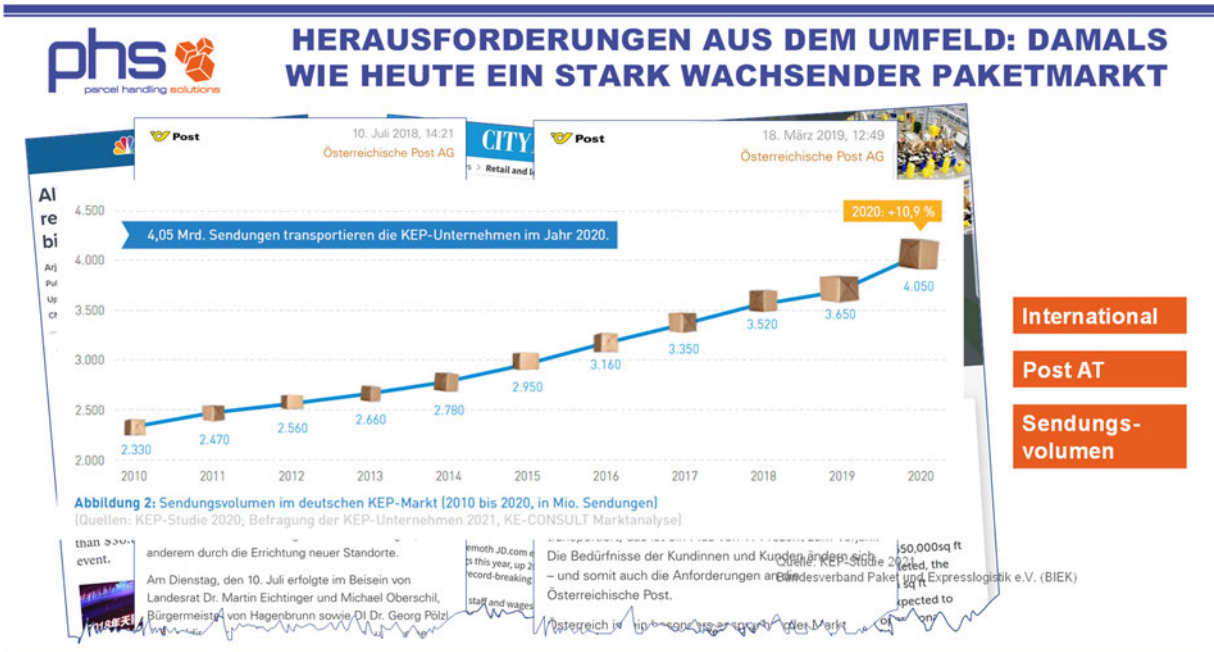
Dipl.-Ing. Dr.techn.

Matthias Fritz

- PHS Logistiktechnik GmbH
- Geschäftsführung / Entwicklung



Automatisierte Entladung von Paketen im Pulk – Erfahrungen eines StartUps



International
 Post AT
 Sendungs-
 volumen

Logistikwerkstatt 2021 | 08.10.2021 | Graz

- Die Paketlogistik ist seit Jahren ein stark wachsender Markt
- Sowohl international als auch national entstehen neue Hubs oder werden vorhandene modernisiert
- Beispiel D: Seit 2010 ist das Sendungsvolumen um knapp 74% gestiegen, seit 2014 um knapp 46%
- Die Personalbereitstellung stellt viele Standorte vor Probleme



Logistikwerkstatt 2021 | 08.10.2021 | Graz

Moderne Technik ist in vielen Bereichen eines Logistikzentrums sichtbar:

- Fördern und vereinzeln
- Identifikation, Vermessung und Tracking
- Automatische Sortierung auf Zielstellen

Der Entladebereich dagegen ist durch einen geringen Automatisierungsgrad gekennzeichnet



Hoher Durchsatz

Doppelte Menge mit dem Mitarbeiter entladen.



Verkürzte Entladezeiten

Entladung in der halben Zeit durchführbar.



Schonender Pulkprozess

Prozessdesign verhindert große Fallhöhen.



Ergonomische Bedienung

Statt Pakete zu heben, richten Mitarbeiter diese auf.



Vorvereinzelung

Pakettürme werden von 3D auf 2D/1D vorvereinzel.



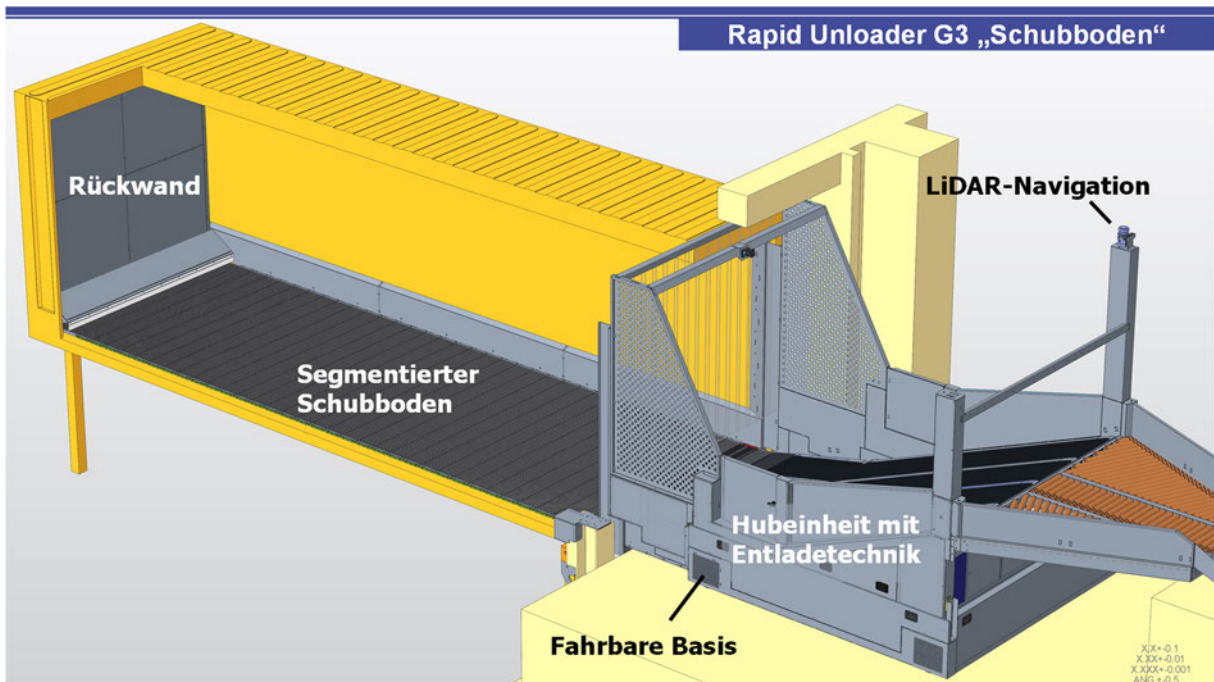
Geringer Platzbedarf

Stationen benötigen bei Einbau wenig Fläche.

Logistikwerkstatt 2021 | 08.10.2021 | Graz

Die Idee zur Automatisierung des Entladevorgangs durch ein koppelbares System entstand noch vor der Gründung an der TU Graz.

Die Zielsetzungen und Anforderungen neben der (Teil-)Automatisierung des Entladevorgangs betreffen sowohl die Leistungssteigerung als auch die Ergonomie oder die Reduktion des Flächenbedarfs.



Das für den automatischen Entladevorgang von der PHS Logistiktechnik entwickelte System besteht aus einem im Transportfahrzeug installierten ausziehbaren Ladungsträger.

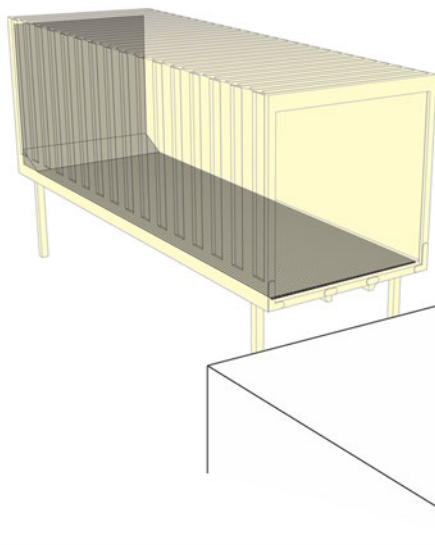
Der Ladungsträger ist aus verketteten Aluminiumprofilen aufgebaut, die von Flurförderzeugen befahren werden dürfen. Die Oberfläche des Ladungsträgers ermöglicht das Eingreifen von Zähnen, um einen stufenlosen Übergang der Pakete vom Ladungsträger auf die Vereinzlungsbänder zu ermöglichen.

Das an der Entladebucht installierte System besitzt eine fahrbare Basis („Shuttle“), die bei der Entladung zusammen mit der Sensorik einen vollautomatischen An- und Abkoppelvorgang durchführen kann.

Die gesamte Aktorik und Sensorik ist in diesem System installiert, demzufolge ist für die Wechselbrücke keine elektrische Versorgung notwendig.



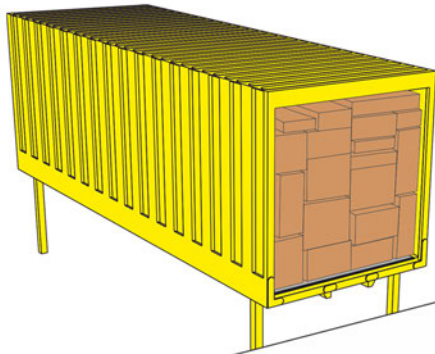
FUNKTIONSWEISE



Die Wechselbrücke wird mit einem segmentierten Schubbodensystem ausgestattet (befahrbar mit Flurförderzeugen)



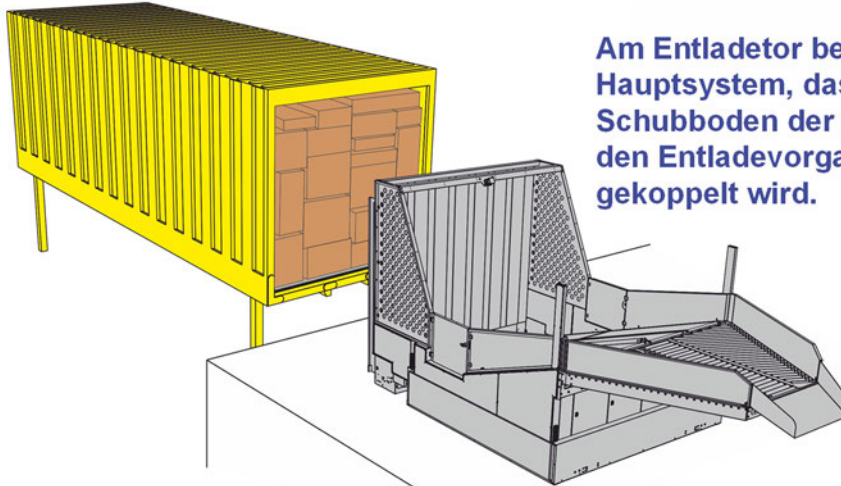
FUNKTIONSWEISE



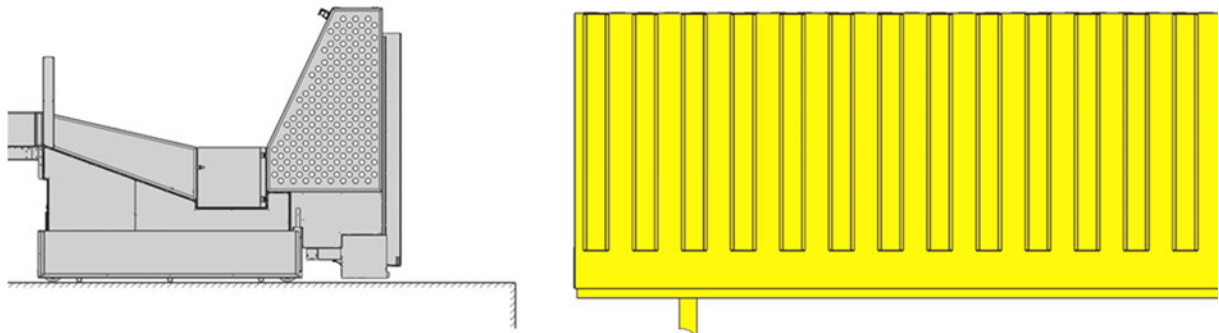
Die Beladung wird in üblicher Form lose durchgeführt
(gestapelt, chaotisch, Mischformen)



FUNKTIONSWEISE



Am Entladetor befindet sich das
Hauptsystem, das mit dem
Schubboden der Wechselbrücke für
den Entladevorgang automatisch
gekoppelt wird.

Koppeln → Entladen und Vorvereinzeln → Entkoppeln

Logistikwerkstatt 2021 | 08.10.2021 | Graz

Für den Entladevorgang wird das an der Entladebucht installierte System aus einer Startposition zur Wechselbrücke verfahren, koppelt bei gleichzeitigem Ausgleichen von Versätzen an das in der Wechselbrücke befindliche Auszugssystem an und beginnt dann mit dem Ausziehvorgang. Die Pakete werden dabei an der Entladekante von 3D auf 2D vereinzelt und am Ausgang zusammengeführt. Nach der Entladung wird der Ladungsträger wieder in die Wechselbrücke geschoben und das System danach abgekoppelt.



STECKBRIEF RAPID UNLOADER

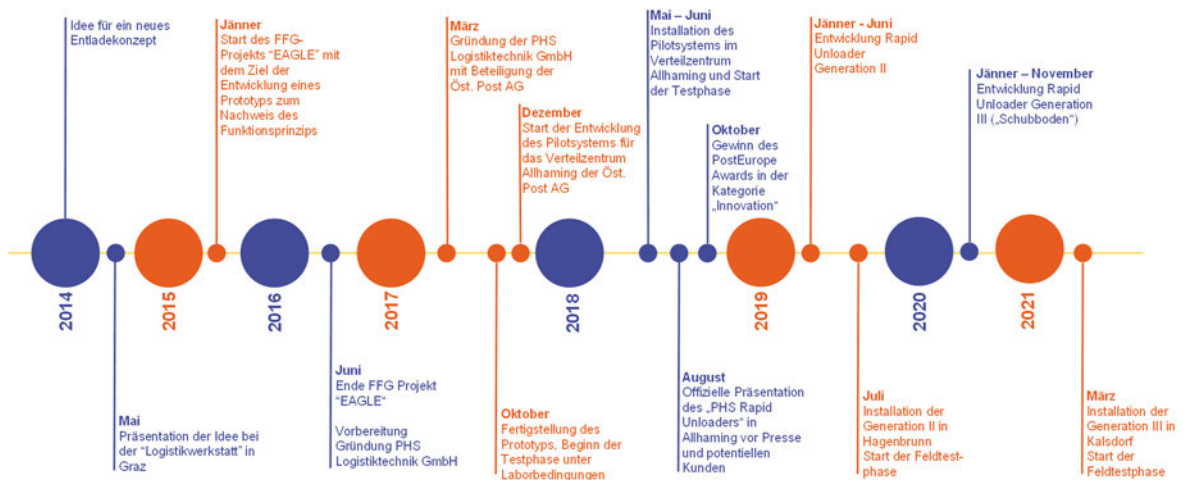
Transportfahrzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Wechselbrücken (in Anwendung) • LKW bzw. Sattel (geplant) 	Nettodurchsatz <ul style="list-style-type: none"> • 2000 #/h (manueller Aufrichter) • Bis 4000 #/h (nachfolgende automatische Vereinzlung)
Fördergut <ul style="list-style-type: none"> • Pakete, Polybags und automatisch sortierbare Stückgüter (loser Transport) • Max. Abmessung: 1200 x 600 x 600 mm • Gewicht je Stückgut: Bis 30 kg • Zuladung Wechselbrücken: Bis 6 to 	Eigenschaften <ul style="list-style-type: none"> • Verfahrbare Basis (Shuttle) ermöglicht Doppelnutzung von Docks • Automatisches Andocken u. Ausrichten • Vorvereinzlung ab Ladekante • Automatische Steuerung des Paketflusses
Branchen <ul style="list-style-type: none"> • Paketdienstleister • E-Commerce • Textil (z.B. Retourwaren) 	Anschlussleistung/Platzbedarf <ul style="list-style-type: none"> • Länge 4,1m (6,5m mit Zusammenführung) • Breite 2,6m, Höhe 2,75m • Anschluss 400VAC, <12kW



Logistikwerkstatt 2021 | 08.10.2021 | Graz

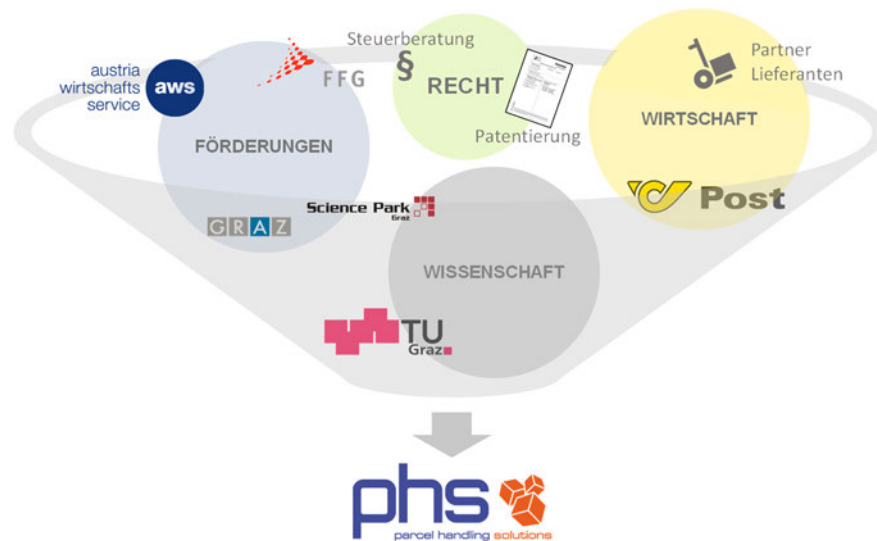


CHRONOLOGIE



Logistikwerkstatt 2021 | 08.10.2021 | Graz

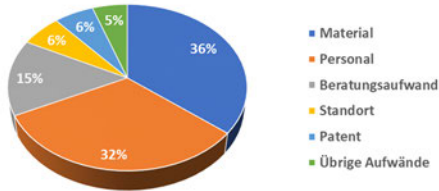
FÜR DEN BEGINN BRAUCHT ES EINIGE ZUTATEN...



Die Gründung des Startups benötigte neben einer guten Idee einige weitere „Zutaten“:

- Bei der Patentierung unterstützte das F&T-Haus der TU Graz (Patentkosten!)
- Diverse Förderungen (z.B. AWS PreSeed, FFG-Programm, standortspezifische Förderungen) unterstützten den Gründungsprozess finanziell
- Der Gründungsprozess wurde durch den SciencePark begleitet
- Für Dienstleistungen, die nicht durch das Gründungsteam abgedeckt werden können, benötigte es externe Berater:
 - Buchhaltung, Personalverrechnung und Steuerberatung
 - Patentanwalt
 - Beratung in Fragen der Sicherheit (z.B. CE-Zertifizierung)
- Als Investor und Feldtestkunde beteiligte sich die Österreichische Post AG an der PHS Logistiktechnik GmbH

Kostenaufteilung 20XX



- Material und Personal (inkl. GF) machten ca. 2/3 der Kosten während der Entwicklung aus
- Wesentliche Aufwände für ausgelagerte Dienstleistungen:
 - Beratungsaufwand für Buchhaltung und Bilanz
 - Beratung Patentverfahren





„ZUSAMMENFASSUNG“



**VIELEN DANK
FÜR IHRE/EURE
AUFMERKSAMKEIT!**

**WIR FREUEN UNS AUF
IHRE/EURE FRAGEN!**



Logistik Herausforderungen im Omni-Channel Handel Kastner & Öhler in Zusammenarbeit mit ACL

Eustachius Kreimer

Eustachius Kreimer

- Gesamtleitung eCommerce / Multichannel / EDV / ORG / Logistik bei Kastner & Öhler

WISSEN • TECHNIK • LEIDENSCHAFT



Logistik Herausforderungen im Omni-Channel Handel

Kastner & Öhler in Zusammenarbeit mit ACL

Logistik Werkstatt: Oktober 2021

► www.tugraz.at

Vortragender



Eustachius Kreimer

Gesamtleitung eCommerce / Multichannel / EDV / ORG / Logistik bei Kastner & Öhler

Über Kastner & Öhler

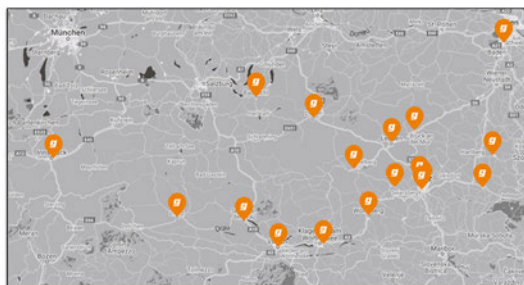
- Österreichs schönstes Mode Haus
- Inspiriert seit 1873



Mehr über Kastner & Öhler: <https://www.kastner-oebler.at/koe-erleben/>

Über Gigasport

- Sporthändler des Jahres / VICTOR 2020
- Wo der Sport die Nr. 1 ist



Mehr über Gigasport: <https://www.gigasport.at/mehr-gigasport/>

Corona bedingtes Wachstum

Corona sorgt für massive Zuwachsraten im eCommerce und Omni-Channel Bereich.

Bundesweite eCommerce Studie Österreich 2021: Ausgaben im Distanzhandel klettern auf Rekordwert von 10,4 Mrd. Euro
 Bundesweite Studie des österreichischen Onlinehandels mit 10-Jahresvergleich. Handyshopping wächst mit +47% so stark wie noch nie. Corona-Krise befeuert Wachstum. Retourenquote sinkt stabil bei 43%.

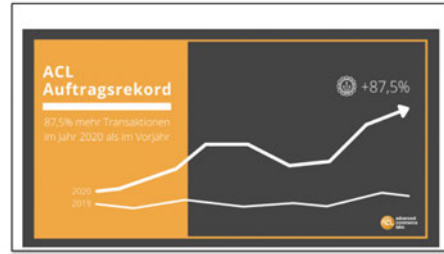
Die brandneue 12. Ausgabe der bundesweiten "eCommerce Studie Österreich" des Handelsverbandes und der Plattform "Verständliches eCommerce & Marketing", der führenden Onlineändlerinnen des Landes angehören, in Kooperation mit der KFM-Forschung Austria, zeigt massive Corona bedingte Veränderungen als Absatzbeschleuniger im Onlinehandel, einen steigenden Umsatzanstoß ins Ausland, ein exponentielles Wachstum im Mobile Commerce sowie Stagnation für Alexa & Co.

Online Shopping wächst um +30%, Auslandsauffluss steigt auf 59%

"Die österreichischen Distanzhandelsausgaben werden vom eCommerce dominiert und erreichten 2021 mit 10,4 Milliarden Euro einen neuen Rekordwert. Das ist 10 Milliarden Euro (Zehnermilliarde) mehr als bereits 2019. Die Ausgaben auf dem Mobile Commerce - mit einem massiven Zuwachs von 47 Prozent", kommentiert Sabine Wölz, Geschäftsführerin des Handelsverbandes, die zentralen Ergebnisse der Studie.

"Smartphone Shopping ist so beliebt wie nie zuvor und wurde durch die Corona-Krise "Schaltensender" für alle Kaufentscheidungen. Die 24.000 heimischen Mächtige profitieren vom wachsenden Markt allerdings nur begrenzt, da mehr als jeder Zweite im Online-Ausland bestellt. Durch diesen millionenschweren Kaufauffluss kann unsere Volkswirtschaft die Chancen der Digitalisierung nur teilweise in österreichischer Prägung nutzen", so Wölz. Die Auslandsaufflussquote steigt im Vergleich zum Vorjahr moderat aber doch von 54% auf 59%.

"Die Top-Warengruppen im Distanzhandel sind heute Bekleidung mit 2,05 Milliarden, Elektronik mit 1,1 Milliarden und Möbel mit 0,8 Milliarden Euro Umsatz. Die stärksten Zuwächse hat 2021 Corona bedingt die Bekleidung mit +18 Prozent, Spielzeug mit +37 Prozent sowie Sportartikel mit +22 Prozent verzeichnet", erklärt Studienleiter Wolfgang Zissl, Senior Researcher bei der KFM-Forschung Austria.



<https://www.acl.at/news/corona-jahr-sorgt-fuer-auftragsrekord-bei-acl/>

<https://www.handelsverband.at/publikationen/studien/e-commerce-studie-oesterreich/e-commerce-studie-oesterreich-2021/>

Logistik Werkstatt: Oktober 2021

Omni Channel am Sprung in Richtung Unified Commerce

Funktionen wie Click & Collect, Click & Reserve, Return in Store etc. gewinnen entlang der Customer Journey an Bedeutung.

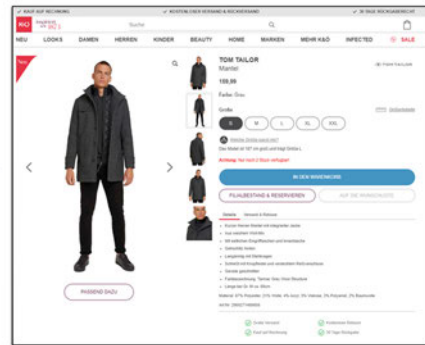
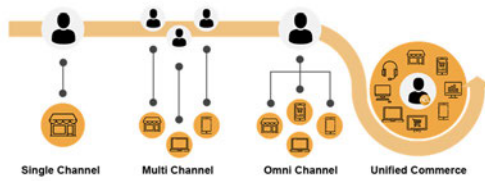


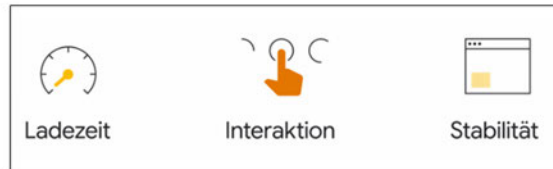
Abb.: PDP / inkl. Filialbestand u. Reservierung

Omni Channel Logistik Herausforderungen in der realen Praxis

- Zusammenspiel unterschiedlicher Systeme
 - Warenwirtschaft
 - PIM
 - Webshop
 - Ordermanagement / Retourenlösung
 - Filialpicking
- Retouren Prozesse (inkl. Rückzahlung)
- verteilte Lagersituation / Sicherheitsbestände
- Warenzustand, Laufzeiten u. Warenverfügbarkeit
- Planning, Allocation, Replenishment
- Anpassungen Sortimentsbreite / Sortimentstiefe
- ...

Omni Channel vs. omnipräsenter Mobile Channel

Im Channel Mix gewinnt das Smartphone eine immer größere Bedeutung. Jedoch erreichen in Österreich laut Google erst ca. 29 % „gute Core Web Vitals“.



Der Onlineshop von Kastner & Öhler wurde im März 2021 für seine Nutzerfreundlichkeit bei mobilen Endgeräten von Google ausgezeichnet und in der Retail Hall of Fame gelistet.

Mehr über die Google Core Web Vitals / Hall of Fame:

<https://www.thinkwithgoogle.com/intl/de-de/marketing-strategien/google-suche/core-web-vitals-hall-of-fame-oesterreich-schweiz/>

Optimierung in der Intralogistik

Durchgängiges Tracking und Status-Informationen

→ Reduktion Anfragen im Kundenservice

Digitale Picklisten und Einsatz von Fördertechnik

→ Kapazität und Geschwindigkeit im Online Versand

Flexible Lagerplatzverwaltung

→ Kapazität und Flexibilität bei wechselnden Sortimenten

Browserbasierte LVS u. Order-Management-Systeme

→ Flexibilität und intuitive Benutzerführung



Condition Monitoring von Gurttörderanlagen mit IoT-Tragrollen zur Erkennung von Heißläufern und Ausrichtungsproblemen

Prof. Dr.-Ing. Andre Katterfeld
Dr.-Ing. Christian Richter
M. Sc. Yevgeniy Chumachenko

Prof. Dr.-Ing.

Andre Katterfeld

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Lehrstuhl Förder- und Materialflusstechnik Institut für Logistik und Materialflusstechnik
- Geschäftsführender Institutsleiter

Dr.-Ing.

Christian Richter

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Lehrstuhl Förder- und Materialflusstechnik Institut für Logistik und Materialflusstechnik

M. Sc.

Yevgeniy Chumachenko



ILM



Condition Monitoring von Gurtförderanlagen mit IoT-Tragrollen zur Erkennung von Heißläufern und Ausrichtungsproblemen

André Katterfeld, Christian Richter (OvGU)
Yevgeniy Chumachenko (AKT)



Logistikwerkstatt Graz,
07.-08.10.2021

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

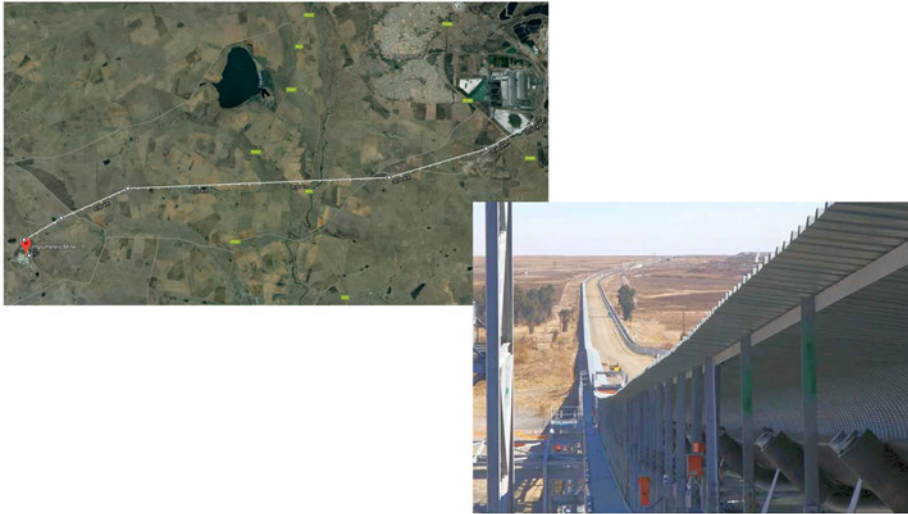
Das Projekt ist ein gemeinsames Projekt der Partnerorganisationen.

Einleitung



Smart Food in "Frau Holle", Grimms' Märchen

Herausforderung



der derzeit längste Gurtförderer in der Impumelelo Kohlemine ist fast 27 km lang,
über 6.000 Tragrollenstationen á 3 Tragrollen allein im Obertrum → ca. 36.000 Messstationen 3

Motivation

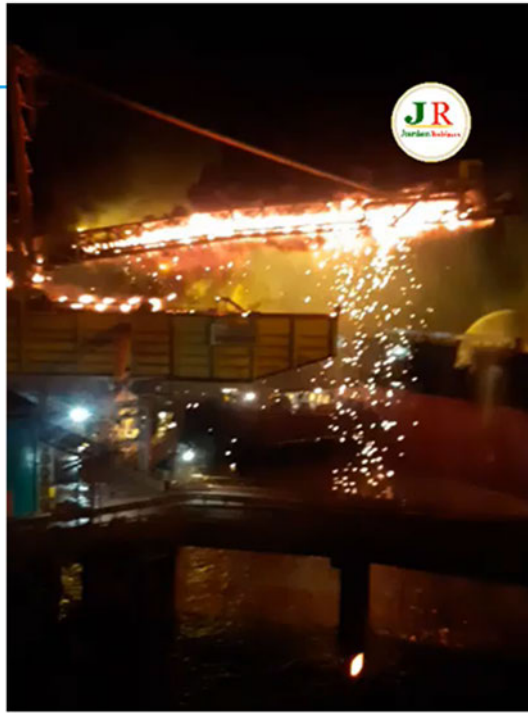


Gurtbrände infolge Tragrollen-Heißläufer:
➤ **unkontrollierbarer Brand**
➤ **beträchtlicher wirtschaftl. Schaden**

Quelle: African Mining Brief; ambriefonline.com, 28 Jan. 2016 4

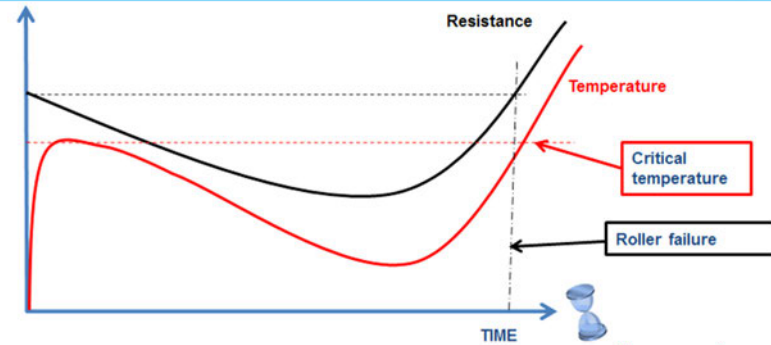


Motivation



5

Tragrollenverhalten über die Laufzeit



Symptoms of the failure



6

Beispielhafter Vergleich für "einfach und kostengünstig zu messen":

Digitaler Temp.sensor DS18B20: Preis < 1\$

Beschleunigungssensor >10\$, kann nicht zwischen Vibrationen der Lagerfehler und äußeren Vibrationen unterscheiden → Fehlalarm

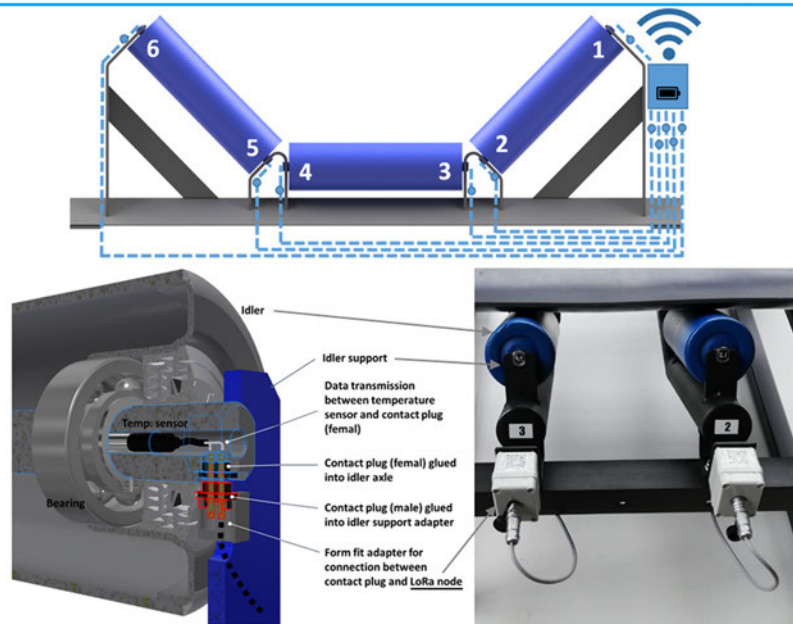
Akzeptanz der Sensordaten bei den Nutzern wichtig!

Lösung: Kollektive Überwachung der Tragrollentemperatur mittels kostengünstiger Sensorik und Funkübertragungstechnik

7

But how to track 36.000 temperature values over 27km ???? ↑

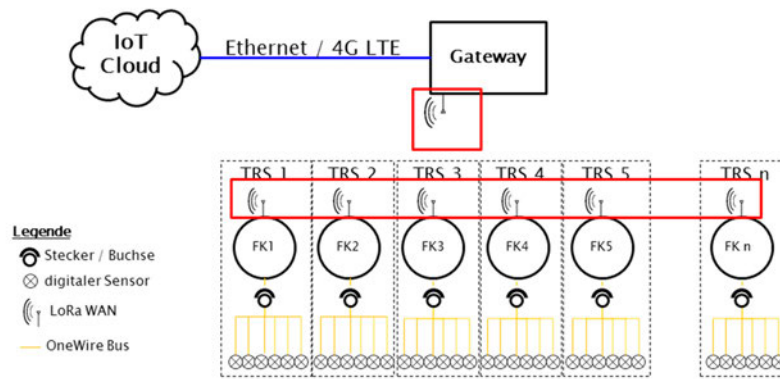
Hardware Konzept



8

Entwickeltes Tragrollengerüst mit integrierten Kontakten zum leichten Austausch der Tragrollen im Betrieb.

Funkübertragung der Sensordaten

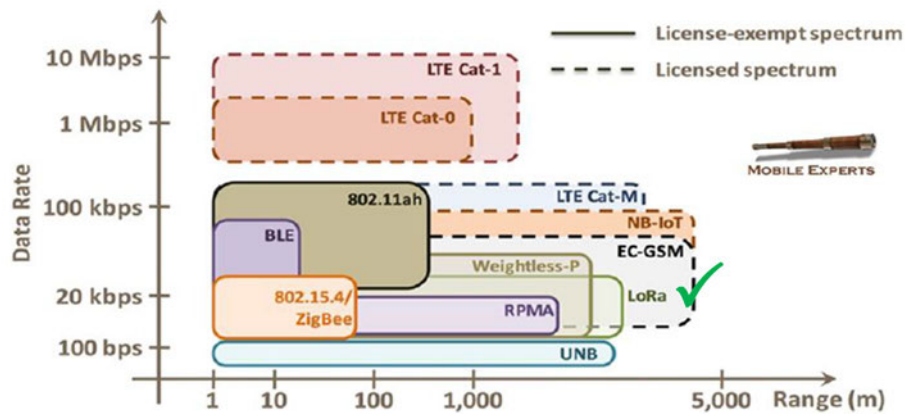


- kosten- und energiesparender Einsatz durch Nutzung des Long-Range-Low-Power-Wireless-Netzwerkes (LoRa™-WAN)

9

Reichweite vs. Datenübertragungsrate

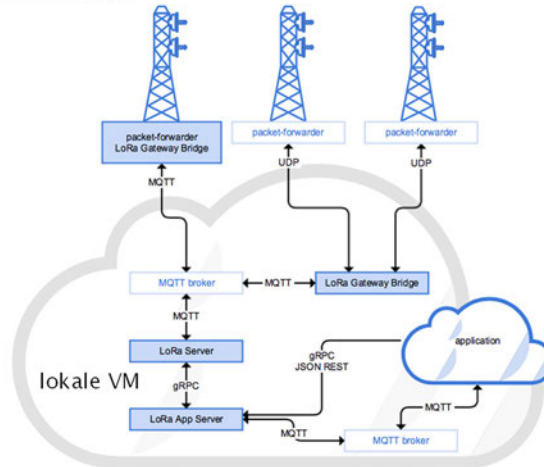
Warum LoRa™ WAN ?



- ↳ Lizenzfrei, kosteneffizient
- ↳ Lange Reichweite für erwartete Datenrate
- ↳ Kostengünstige Hardware für Sensorknoten und Gateways

10

Industrial Intranet of Things



- 📍 eigene Infrastruktur nötig
- 📍 Datenübertragung über privates Netzwerk
- 📍 keine wiederkehrende Kosten für Netzzugang

11



**ALGORITHMUS ZUR
KOLLEKTIVBILDUNG
DER SENSORDATEN**

12

Algorithmus zur Kollektivbildung



1. Bilden der kollektiven Durchschnittstemperatur

$$\bar{T} = \frac{\sum T_{i\text{dler}} (1...16)}{N} = 32,6^{\circ}\text{C}$$

2. Festlegung einer Überhöhungstemperatur (abhängig von Betriebsbedingung)

$$\Delta T = 15\text{ K}$$

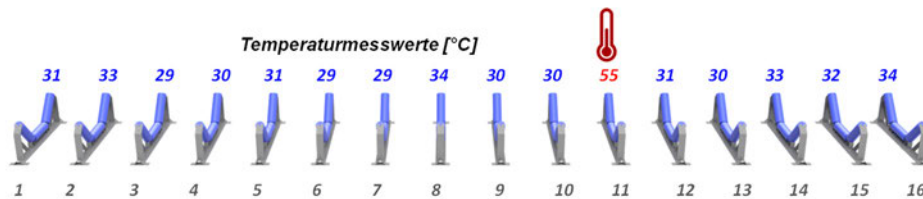
3. Berechnen der kritischen Temperatur

$$T_{\text{critical}} = \bar{T} + \Delta T = 47,6^{\circ}\text{C}$$

4. Vergleichen der Durchschnittstemperatur mit der kritischen Temperatur

Normalzustand

Heißalarm



13

Funktionsnachweis Kollektiv-Algorithmus

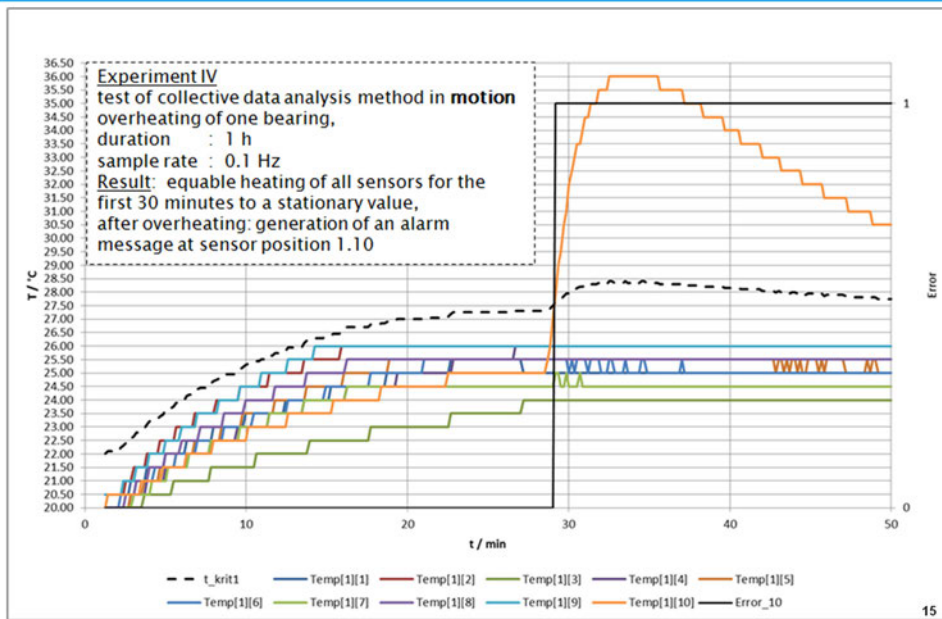


- Installation von 60 Sensoren und 10 Sensorknoten am Großversuchsstand d. ILM
- Überhitzung eines einzelnen Lagers löst einen Alarm aus
- Alarmierung des Anlagenbetreibers durch Smartphone App



14

Funktionsnachweis Kollektiv-Algorithmus



Erkennung von Ausrichtungsproblemen



- Momentan mehrere Sensing Idrer Konzepte auf dem Markt
- Wichtiges Unterscheidungsmerkmal: Energieversorgung
- Unsere Lösung: LoRa-WAN Knoten mit Li-Ion Batterie, Lebensdauer >2 Jahre (mit Anzeige Batteriestatus)
- Vorteile gegenüber eingebauten Generatoren:
 - Sichere Zustandsüberwachung unabhängig vom Betrieb der Anlage
 - Erkennung von Ausrichtungsproblemen der Tragrollen → kein Kontakt → Temperatur unter Durchschnittstemperatur
 - Problematisch wenn dies bei mehrere Tragrollenstationen hintereinander auftritt!



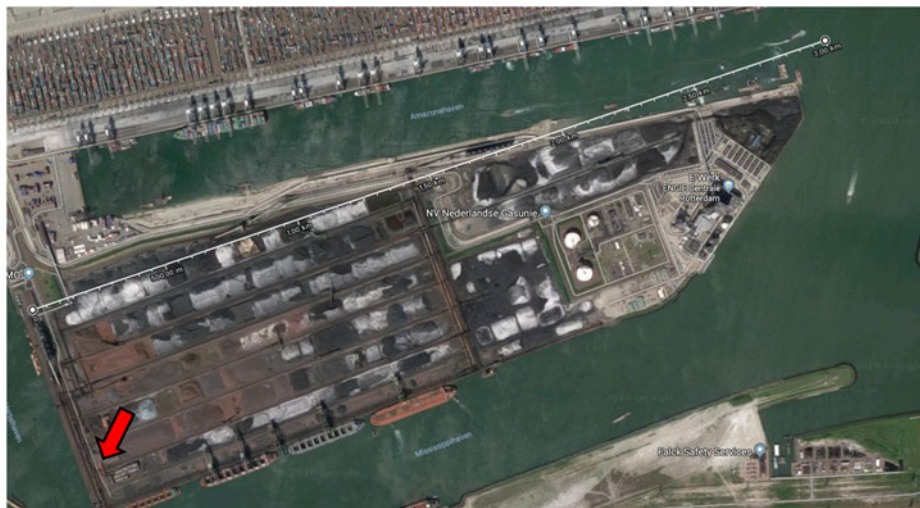
16

ANWENDUNGSBEISPIEL HAFEN SCHÜTTGUTTERMINAL ROTTERDAM

17

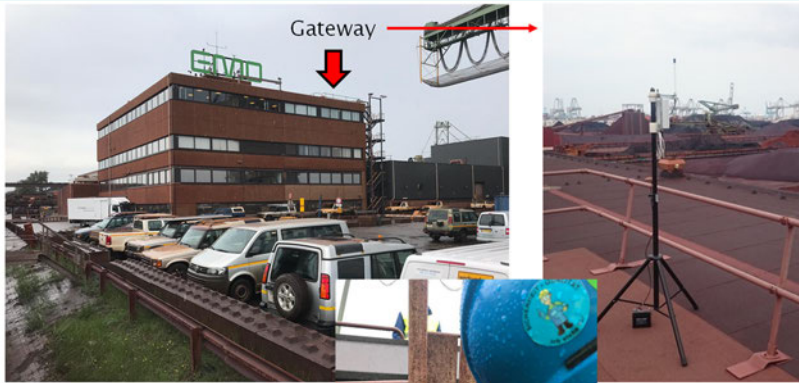
Anwendungsbeispiel Hafen Rotterdam

Schüttgutterminal, Europees Massagoed-Overslagbedrijf (EMO)



18

Anwendungsbeispiel Hafen Rotterdam



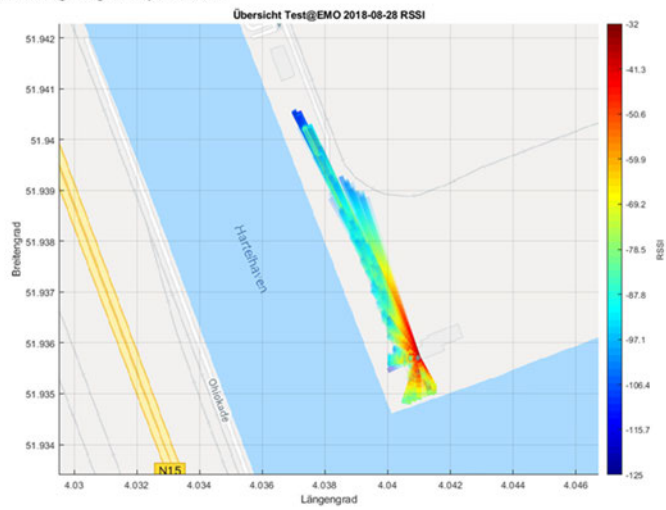
Messung Signalqualität :

Anwendungsbeispiel Hafen Rotterdam

Schüttgutterminal, Europees Massagoed-Overslagbedrijf (EMO)



Messung Signalqualität:

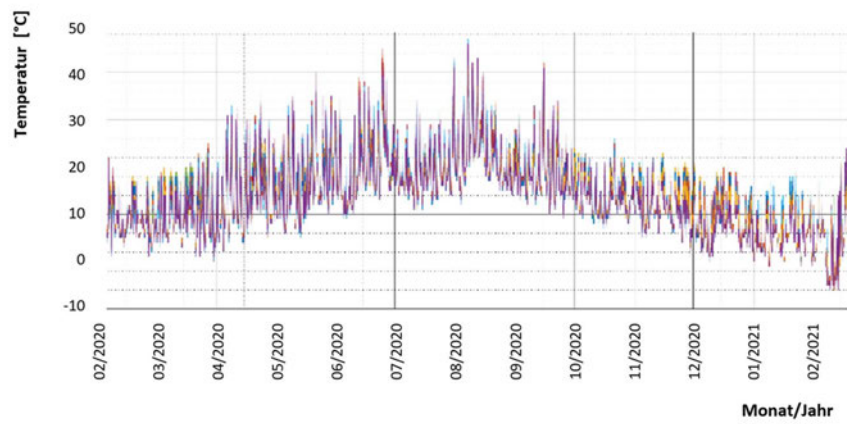




Anwendungsbeispiel Hafen Rotterdam



Jahrestemperaturverlauf der Tragrollenkollektive

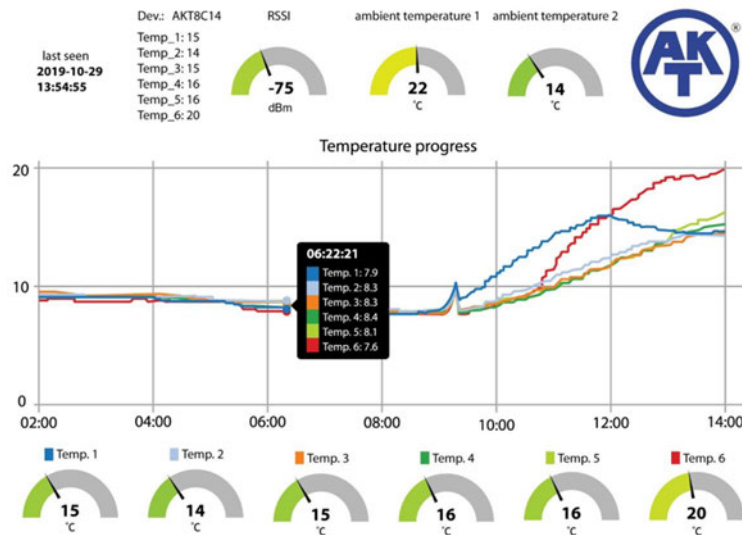


21

Anwendungsbeispiel Hafen Rotterdam



Datenvisualisierung:



22

ANWENDUNGSBEISPIEL EISENERZMINE IN BRASILILIEN

23

Anwendungsbeispiel Brasilien



166 Funkknoten
8 Gateways
Überwachung kritischer, schwer zugänglicher Bereiche

24

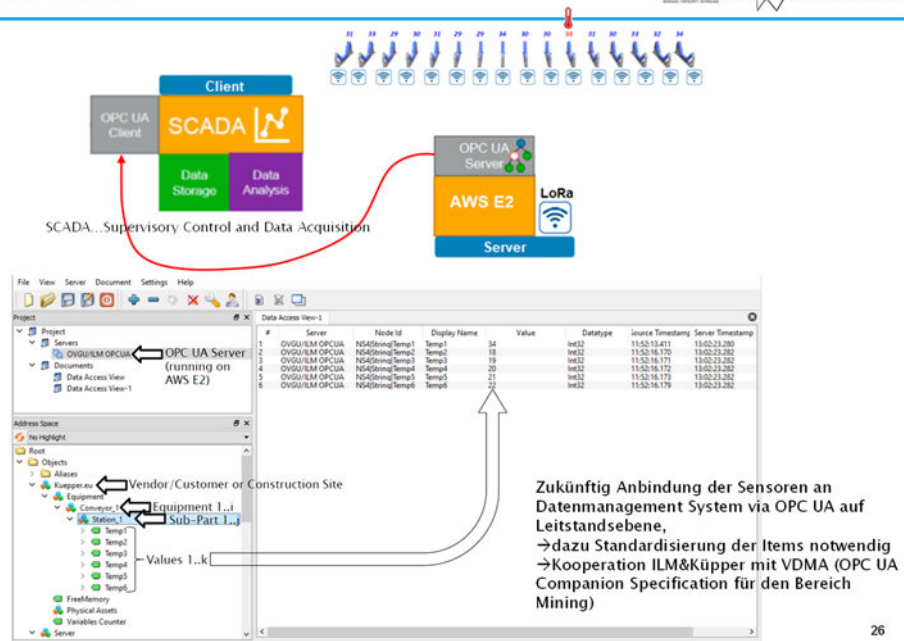


Anwendungsbeispiel Brasilien



25

Ausblick



26

**VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT**





Herausforderungen in der Planung und im Betrieb von mobilen Robotern in der manuellen Kommissionierung

M.Sc. Dirk Kauke

M.Sc.

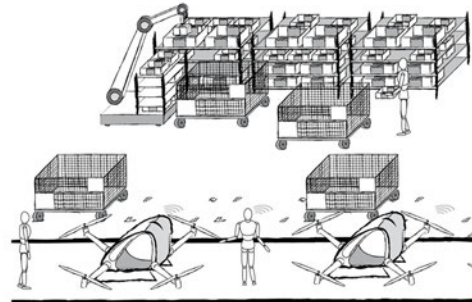
Dirk Kauke

- wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität München,
Fakultät für Maschinenwesen – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss
Logistik

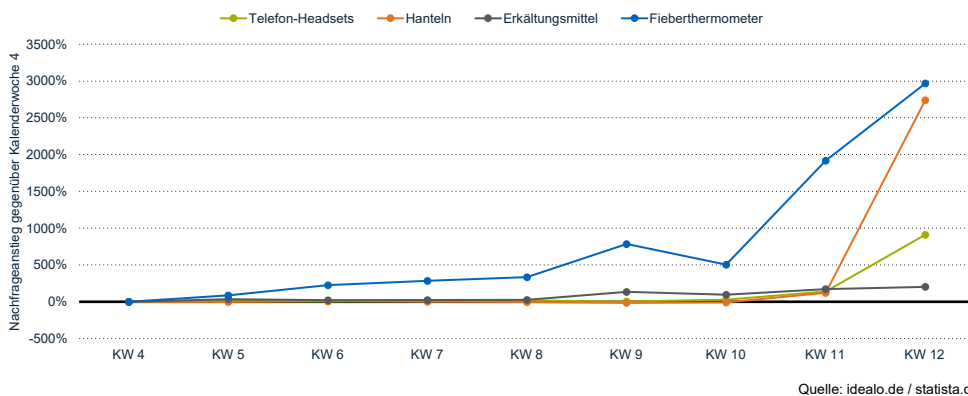


Herausforderungen in der Planung und im Betrieb von mobilen Robotern in der manuellen Kommissionierung

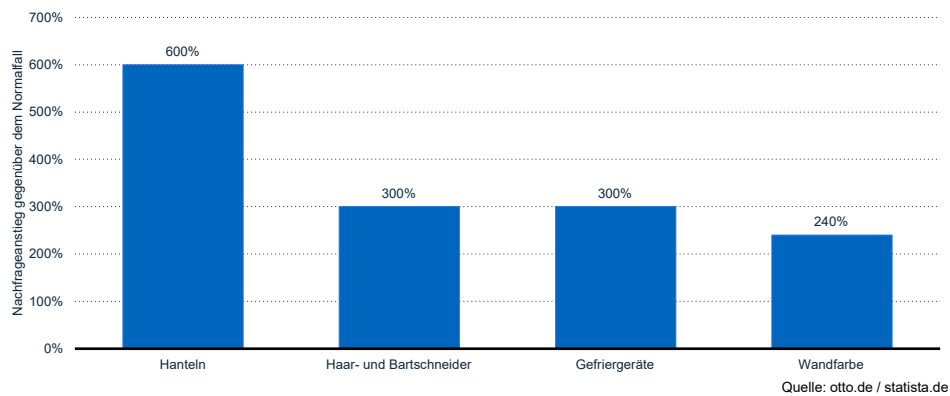
Dirk Kauke
Logistikwerkstatt Graz
07. Oktober 2021



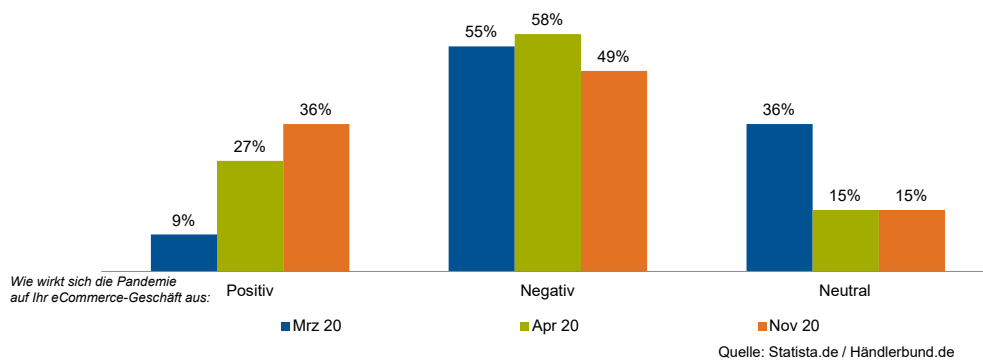
Nachfrageentwicklung nach spezifischen Produktgruppen im Online-Handel im Jahr 2020



Nachfrageentwicklung nach spezifischen Produktgruppen im Online-Handel im Jahr 2020



Der „positive“ Einfluss durch Covid-19 wurde erst zum Ende des Jahres 2020 deutlich





Agenda

- 1 Aktuelle Entwicklungen im e-Commerce, der Intralogistik & Robotik
- 2 **Stand der Wissenschaft**
- 3 Vorstellung des Planungstools & ausgewählte Ergebnisse
- 4 Zusammenfassung und Ausblick

Chancen und Risiken im Betrieb von mobilen Robotern

Treiber



- Zunehmender Personalmangel
- Technologische Vorreiterrolle
- Ergonomische Entlastung der Mitarbeiter*Innen
- Flexibler Ressourceneinsatz
- ...

Hemmnisse



- Investitionsrisiko
- Infrastrukturelle Voraussetzung
- Technologischer Reifegrad
- Herausforderungen in der Planung und im Betrieb
- ...

Chancen und Risiken im Betrieb von mobilen Robotern

Treiber



- Zunehmender Personalmangel
- Technologische Vorreiterrolle
- Ergonomische Entlastung der Mitarbeiter*Innen
- Flexibler Ressourceneinsatz
- ...

Hemmnisse



- Investitionsrisiko
- Infrastrukturelle Voraussetzung
- Technologischer Reifegrad
- Herausforderungen in der Planung und im Betrieb
- ...

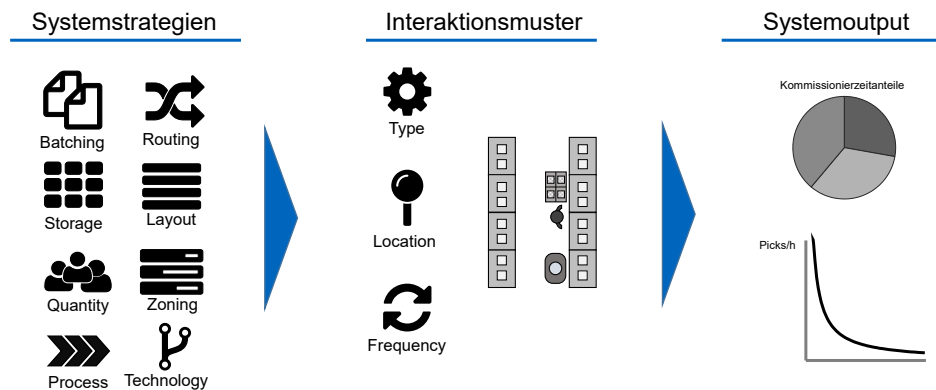
Mensch und Roboter teilen sich einen Arbeitsraum, sodass (neuartige) Interaktionen entstehen



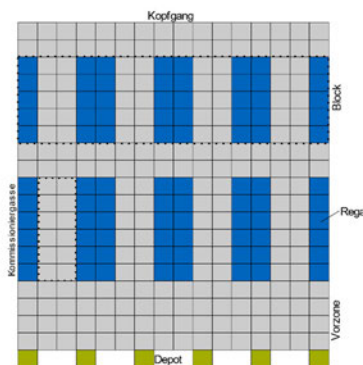
Die auftretenden Interaktionen gilt es zu bestimmen und deren Einfluss auf das Kommissioniersystem zu analysieren



Die Systemleistung wird von den angewandten Strategien und den auftretenden Interaktionen beeinflusst

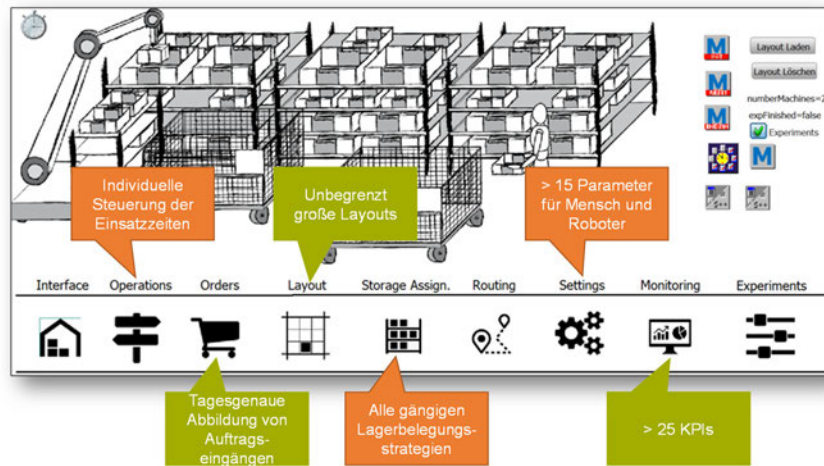


Entwicklung eines Planungstool zur Bestimmung geeigneter Betriebsstrategien von hybriden Kommissioniersystemen



- Der Systemoutput variiert drastisch je nach Konfiguration des Systems
- Das Simulationsmodell bildet sowohl die Variation der Systemstrategien als auch auftretende Interaktionen ab
- Parameterstudien ermöglichen Erkenntnisse über Einfluss und Auswirkungen einzelner Strategien

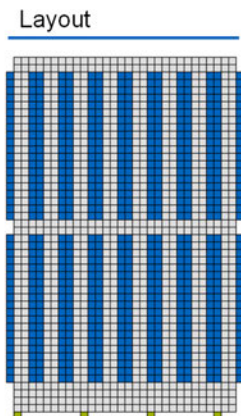
Bestandteile des Planungstools



fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik | Fakultät für Maschinenwesen | Technische Universität München

11

Versuchsdesign



Inputvariablen	Ausprägungen
Anzahl an Agenten	4 – 12
Routingstrategie	Individuell (kürzester Weg) o. „Rechtsfahrgebot“
Positionen je Kommissionierauftrag	5 – 20

Zielsetzung der Untersuchung

- Reduziert ein konsequentes Rechtsfahrgebot innerhalb der Kommissioniergassen die Ausweichvorgänge und kann damit die Leistungsfähigkeit der Agenten erhöht werden?

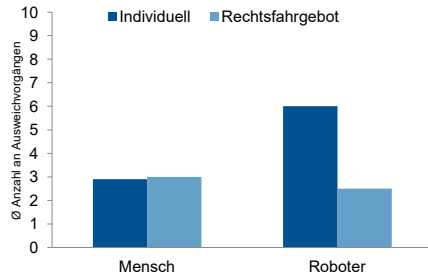
fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik | Fakultät für Maschinenwesen | Technische Universität München

12

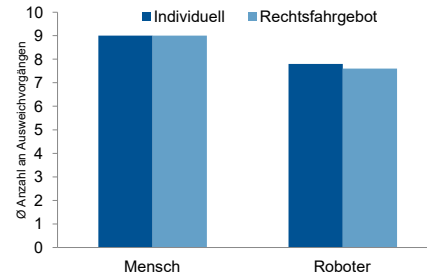


Die Ausweichvorgänge des Roboters reduzieren sich stärker bei wenigen Agenten und großen Batches

4 Agenten mit je 20 Pos/Batch



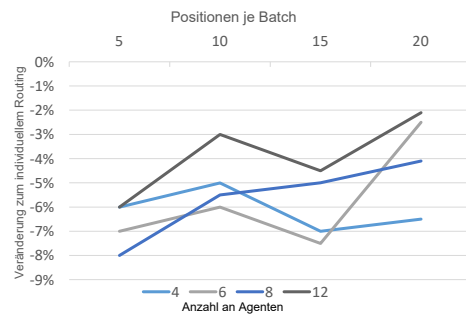
8 Agenten mit je 10 Pos/Batch



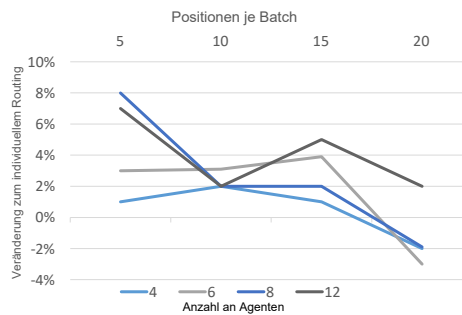
Die Auswirkungen des Rechtsfahrgebots auf die Leistungsfähigkeit entwickeln sich für Mensch und Roboter entgegengesetzt



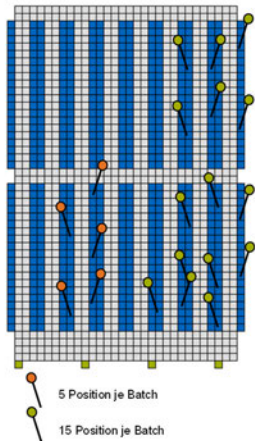
Kommissionierleistung Roboter



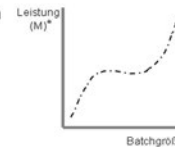
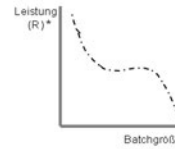
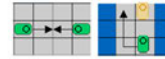
Kommissionierleistung Mensch



Herleitung des Zusammenhangs zwischen der Leistungsfähigkeit beim „Rechtsfahrgebot“ und der Batchgröße



- Roboter weicht nur bei frontaler Konfrontation oder bei langen Pickvorgängen aus
- Durch das Rechtsfahrgebot keine frontalen Konfrontationen möglich
- Bei kleinen Batches ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass Roboter auf andere Agenten mit andauernden Pickprozessen trifft
- Der Mensch weicht aus, sobald ein Hindernis im Weg ist
- Kleinere Batches führen zu kürzen Distanzen zwischen den Picks und mehr Interaktionen auf kleinem Raum
- Bei größeren Batches werden die Abstände zwischen zwei Picks größer, sodass die Agenten stärker im System verteilt sind
- Bei längeren Touren profitiert der Mensch von den geordneten Bewegungen



Zusammenfassung und Ausblick



Digital Genetics/shutterstock.com

- Der e-Commerce wird auch post-Covid nicht an Relevanz verlieren
- Steigende Kundenbedürfnisse und zunehmender Personalmangel erfordern flexible Automatisierungslösungen
- Die Ausgestaltung von hybriden Kommissioniersystemen bedarf detaillierter Untersuchungen, um die maximale Systemleistung zu erzielen
- Mensch und Roboter müssen nicht gleichermaßen von Strategieanpassungen profitieren

Zukünftige Forschungsarbeit wird den Einfluss weiterer Strategien untersuchen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dirk Kauke

Technische Universität München
Fakultät für Maschinenwesen
fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

Boltzmannstr. 15
85748 Garching
Tel +49 89 289 15930
Fax +49 89 289 15922
E-Mail: dirk.kauke@tum.de



Autonomes Fahren: Stand, Herausforderungen und Perspektiven für die Logistik

Dipl.-Ing. Gerhard Greiner

Dipl.-Ing.

Gerhard Greiner

- Geschäftsführer der ALP.Lab GmbH
- Studienabschluss in Technischer Mechanik an der TU Graz
- Diplom in Informations- und Datenverarbeitung.

Vortrag 07

Autonomes Fahren: Stand, Herausforderungen und Perspektiven für die Logistik

▶ www.tugraz.at

ALP.Lab

ALP.Lab - Autonomes Fahren: Stand, Herausforderungen und Perspektiven für die Logistik



2

Zur Person Vortrag 07

Dipl.-Ing. Gerhard Greiner, Geschäftsführer, ALP.Lab GmbH, Austrian Proving Region for Automated Driving. Er studierte Technische Mathematik an der Technischen Universität Graz und hat ein Diplom in Informations- und Datenverarbeitung.

Gerhard Greiner engagiert sich als Managing Director von ALP.Lab Mobilität neu und nachhaltig zu denken. Seine Erfahrung bei der Digitalisierung und Transformation der Medien- und Telekom-Industrie in den frühen 1990 helfen, Autofahren zum künftigen Connected, Cooperative and Automated Mobilitätserlebnis zu machen.

Zuvor war Gerhard als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Graz und bei Joanneum Research tätig. 1998 wechselte er als Direktor für Marketing und Vertrieb in die Industrie zur Infonova GmbH, einem internationalen Unternehmen für Software- und Systemintegration mit Hauptsitz in Graz/Österreich. Im Jahr 2002 wurde Infonova Teil des global agierenden Beratungsunternehmens BearingPoint, Gerhard wurde Geschäftsführer und im Jahr 2009 auch Partner des Beratungsunternehmens mit Schwerpunkt auf digitalen Öko-Business-Support-Systemen für die Telekommunikations-, Mobilitäts- und Medienbranche.

ALP.Lab

3

Die Geschichte des Automobiles



4

Die Geschichte des Automobiles und der Traum eines selbstfahrendes Autos

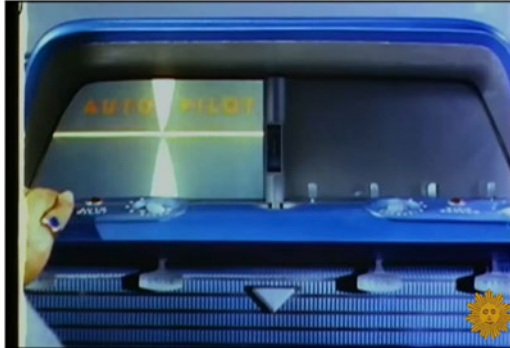


© MikeMurphy, Wikipedia CC BY-SA 3.0

5

Die Geschichte des Automobiles und der Traum eines selbstfahrendes Autos

Vision



© General Motors, 1956, <https://youtu.be/F2iRDYnzwtk>

Realität



© Rift Valley Expeditions, <https://youtu.be/UEin8Gjlg0E>



6

Wie macht man ein selbstfahrendes Auto sicher?

Self-driving vehicles may have to drive up to 11 billion miles (17.7 billion km) before we can have reliable statistics on their safety to compare to human drivers

And this is where things get complicated. There's plenty of data for us to judge the safety (or lack thereof) of vehicles driven by humans, yet there's very little that exists for autonomous vehicles, and much of what does exist is not available to the public or to regulators. Researchers at the **RAND Corporation** estimate that self-driving vehicles may have to drive up to 11 billion miles (17.7 billion km) before we can have reliable statistics on their safety to compare to human drivers, which means 11 billion miles for each autonomous-driving system. Not only will that take a long time, but we'll also have to rely on private companies for the data when they have a financial interest in making sure those statistics portray their systems in a positive light.

<https://medium.com/@parismarx/are-self-driving-cars-really-safer-than-human-drivers-56a72bde2f41>



7

Wie macht man ein selbstfahrendes Auto sicher?



8

Mit Software – also ein SW-Defined Vehicle!

What Is a Software-Defined Vehicle?

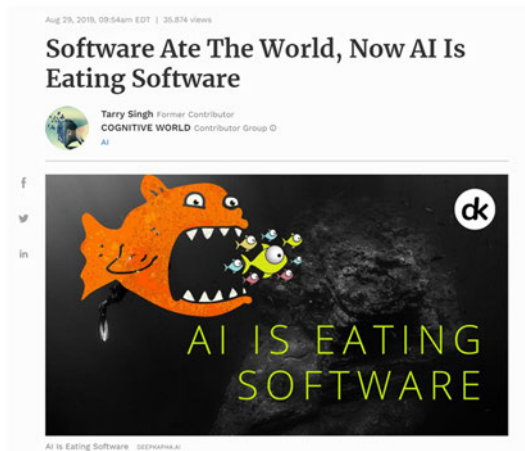
MOBILITY INSIDER
March 19, 2020

“Software-defined vehicle” is a term that describes a vehicle whose features and functions are primarily enabled through software, a result of the ongoing transformation of the automobile from a product that is mainly hardware-based to a software-centric electronic device on wheels.

Premium vehicles today can already have up to 150 million lines of software code, distributed among as many as 100 electronic control units (ECUs) and a growing array of sensors, cameras, radar and light detection and ranging (lidar) devices. Mass-market vehicles are not far behind. Three powerful trends — electrification, automation and connectivity — are reshaping customer expectations and driving manufacturers to increasingly turn to software to address them.

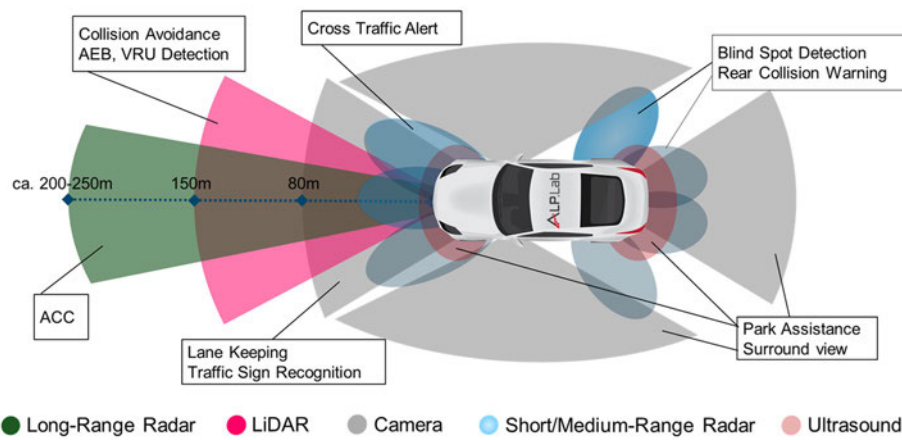
9

ABER ...

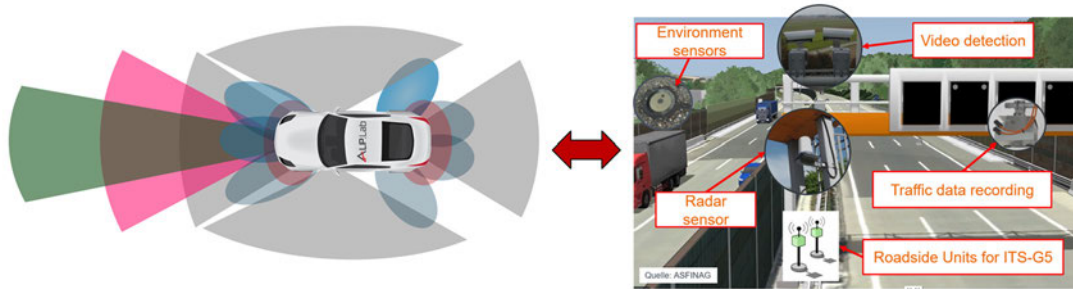


10

Ein paar Sensoren als HW-Plattform



Autonomes Fahren braucht HW, SW und **DATEN!**



CPS ... Verbund informatischer, softwaretechnischer Komponenten mit mechanischen und elektronischen Teilen, die über eine Dateninfrastruktur kommunizieren.

Autonomes Fahren braucht HW, SW und **DATEN!**

CCAM
=
Cooperative, **C**onnected &
Automated **M**obility

13

ASFINAG – Sensorik entlang der Teststrecke!



ALP.Lab

14

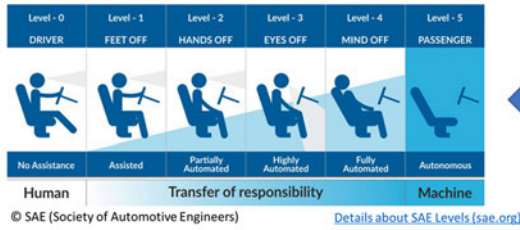
Rechtliche Stolpersteine



- Datenschutz?
- Straßenverkehrsordnung?
- AutomatFahrVO
- UN ECE Regularien
- Deutschland: Bundestag hat ein Gesetz für vollautomatisierte Fahrzeuge angenommen

ALP.Lab

Rechtliche Stolpersteine



Regularien,
Gesetzen,
Verordnungen ...

ADAS-Funktionen: ACC, LKA, EBS, TSR, ...

Level 3, 4&5:

Highway Pilot, automated/Valet Parking, RoboTaxi ...

FFG: Mobilität der Zukunft, Innovationslabore

ALP.Lab - Austrian Light vehicle Proving Region for Automated Driving

Wie kann ALP.Lab unterstützen?

- Innovations-Labor für sicheres Testen von automatisierten Mobilitätsanwendungen**
- Öffentliche Straßen (Autobahn, Stadt und Land)
 - Geschlossene Teststrecken und Testgelände
 - Fahrzeuge, Equipment, Soft- u. Hardware, ...

- ALP.Lab Cloud Daten Services**
- Verarbeitung und Bereitstellen von Daten für reales und virtuelles Testen
 - Simulation, AI und Machine Learning

- Sensor Datenerfassung und Traffic Monitoring**
- Mobile HiL Plattform SPIDER
 - „Autobahn als Sensor“ und Verkehrserfassung für urbane und ländliche Mobilitäts-Szenarien sowie deren Verifikation und Validierung

Supported by: Federal Ministry Republic of Austria Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology; FFG Promoting Innovation.

ALP.Lab Partner: A1, AC STRA, AT, ASFINAG, LAMM, LAMM, ...

FFG: Mobilität der Zukunft, Innovationslabore

Über ALP.Lab – Warum ALP.Lab

ALP.Lab GmbH

Austrian Light vehicle Proving region for automated driving

- Innovation **Lab**
- Hauptsitz in Graz, Austria (Styria)
- Austrian Testregion für ADAS/AD Testing

Sicheres Testen von CCAM

- Infrastruktur, Equipment, Services für
 - Öffentliche Straßen, geschlossene Testgelände
 - Robotplattformen, mobile HiL, Dienstleistung
- Zielgruppe
 - Automobilhersteller und Zulieferer, Systemlieferanten,
 - F&E Unternehmen iRv FFG-Forschungsprojekten
- Datensammlung und Aufbereitung



Reale Welten < > virtuelle Welten



Combining real & virtual world

The best out of two worlds.

- Digital twins of > 400 km of public roads
- Vehicle tracking using infrastructure-based or mobile sensors – following trajectories up to a length of 2000 m
- Comparison of traffic data at a certain time with historical data
- Enriched data: traffic density, weather, road surface conditions, speed limits, transmitted C-ITS messages etc.



More than 400 km public road digitized, available as Ultra HD map for simulation, 23 km highway equipped with sensors, detectors and C-ITS road-side units.
 Trilateral cross border cooperation with Hungary and Slovenia



SPIDER - Smart Physical Demonstration and Evaluation Robot

Mobile Hardware-in-the-loop (HiL) Plattform

- reproduzierbare Sensortests zur Umfeldwahrnehmung unter realen Rahmenbedingungen

Verification and Validation – Example Applications

- Verifikation und Validierung des Sensor Setups (Hard- und Software)
- Analyse und Benchmarking von Sensor Konfigurationen und Montagepositionen
- Test von Prototypen und Beta Releases
- Real-Datenerfassung und Validierung von Simulationsergebnissen unter realen Umweltbedingungen

Technical data
 Weight: 380kg
 Max. power: 35kW

WLAN
 V2X
 GPS
 Indoor Localization

SensorBox (exchangeable)
 - RADAR
 - LIDAR
 - Stereo Camera
 - DGPS

Servo motor
 Wheel motor
 Quad tires

Emergency Button
 Emergency Remote
 Ethernet und USB Power plug

1,2 m
 1,0 m

Verkehrssicherheit messbar machen

NCAP – New Car Assessment Programme (“5 Sterne“ Bewertung)

The Official Site of The European New Car Assessment Programme

LATEST SAFETY RATINGS

Model	Adult Occupant	Child Occupant	Vulnerable Road Users	Safety Assist	Overall Rating
Audi Q4 e-tron	88%	89%	84%	95%	5 Stars
Subaru Outback	88%	89%	84%	95%	5 Stars
Renault Kangoo	88%	89%	84%	95%	4 Stars

21

Verkehrssicherheit messbar machen

EuroNCAP and Development Tests on Proving Grounds

*ALP.Lab offers professional services and technical support to execute EuroNCAP, and customer-specific ADAS/AD development tests including test equipment on selected proving grounds.



EuroNCAP test scenarios, Testingday@ZalaZone, July 2019

In cooperation with ZalaZone,
Automotive Proving Ground Zala Ltd.
H-8900 Zalaegerszeg
www.zalazone.hu/en



NCAP development tests, Croatia December 2019

In cooperation with Airport Rijeka, Croatia.
Snow and ice-free ADAS and AD active safety testing all year round
Contact: sales@alp-lab.at



To start the video scan or click the QR-code



22

Pedal und Lenkroboter zur exakten Steuerung von Testfahrzeugen



Real Traffic Monitoring

We install and operate traffic monitoring systems at primary, secondary, and urban roads

- Project management incl. selection of locations and sensors, administrative procedure and communication with stakeholders
- Implementation, maintenance and data processing or data livestream (fully GDPR conform)
- Incl. enriched data (e.g. weather, road conditions), sensor fusion and merging with digital twin
- Traffic analysis, recognition of critical scenarios, generation of training data for simulation/AI



Real Traffic Monitoring

Virtual Testing

Dynamic data: Real traffic monitoring data

We collect 7 Mio km real traffic data/year using infrastructure based traffic monitoring systems:

- New method - awarded with the Tech.AD Europe Award 2021 (Cheaper and more sustainable than with common car fleets)
- Training data for ADAS/AD systems from LiDAR, radar and optical sensors
- Data available in Bird view and Ego view perspective
- Different formats (CSV, GPX, OSI, OpenSCENARIO, MDF, MF4 etc.)



<https://youtu.be/3RAE8qQ3yQ>

TECH.AD
AWARD
WINNER



Real Traffic Monitoring



Real Traffic Monitoring Bird- and Ego-View in der Simulation



27

Verkehrsfluss und Objektbeobachtung durch LiDAR, Radar und optischen Sensoren



28

Verkehrsfluss und Objektbeobachtung durch LiDAR, Radar und optischen Sensoren



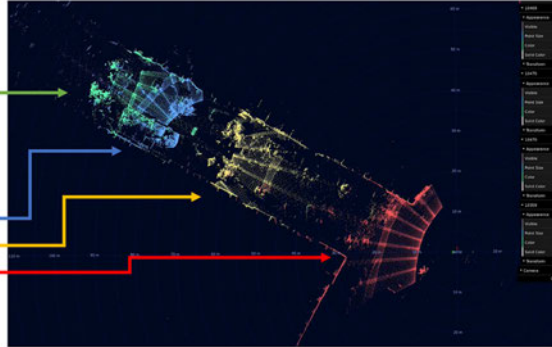
Verkehrsfluss und Objektbeobachtung durch LiDAR, Radar und optischen Sensoren

Virtual Testing

Dynamic data: Real traffic monitoring data

We use sensor fusion to follow objects, generating seamless trajectories over hundreds of meters.

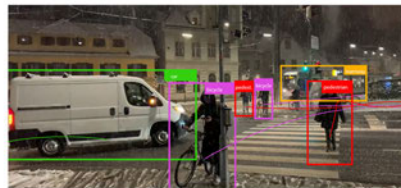
- Sensor 1
- Sensor 2
- Sensor 3
- Sensor 4



Datengetriebene Geschäftsmodelle

Vom Traffic Monitoring zum Marktplatz

- Wir bauen einen Marktplatz um automatisiertes Fahren auf die Straße zu bringen.
- Sammeln typisch österreichischer Verkehrsszenarien und Manöver
- Bildung von Datenkreisen
- Bereitstellen für F&E Projekte, zB Trainingsdaten für AI



MARKETPLACE

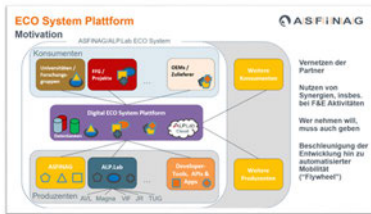
Datengetriebene Geschäftsmodelle

Virtual Testing

ECO System Platform (<https://www.alp-lab.at/platform>)

A marketplace for data, tools and services in the area of automated driving.

- Content partners ASFINAG, Joanneum Research and others



ALP.Lab MARKETPLACE: ECO SYSTEM PLATFORM

TRAFFIC MONITORING: SAMPLE DATA
Thousands of data from our traffic monitoring system collected in real-time. Includes location, speed, and optical sensors. Get some insight about what we can offer. Take a look at our data to get familiar with the structure available.

VERKEHRSDATEN (TRACK)
Benutzerdefinierte verkehrsspezifische Erkennungsmöglichkeiten wie Wägenkennzeichen, Kennzeichenkennung, Unfallerkennung und mehr. Zur Erkennung der gesamten Verkehrsfläche.

UND MAP FÜR SIMULATIONS-ZWECKE (URBAN)
UND Map Beispiel für ein urbanes Gebiet. Erkennung im inner-städtischen Bereich. Im 3D-Format. Beschreibungsmetadaten. OpenDrive. Der Digitale Zwilling ist ein 3D-Objektmodell des Operationen/Verhaltens verfügbar.

WERDE INFORMIERT **WERDE INFORMIERT** **WERDE INFORMIERT**

BECOME A USER **JOIN TO BECOME A PARTNER**



Austrian Light Vehicle Proving Region for Automated Driving

Kontakt

www.alp-lab.at
office@alp-lab.at
Tel.: +43 316 873 32941

Gerhard Greiner
Geschäftsführer
gerhard.greiner@alp-lab.at
Mobile: +43 664 3769488

www.alp-lab.at





E-Commerce – eine Frage der Flexibilität?

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz
M.Sc. Daniel Mezger

Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Robert Schulz

- Institutsleiter des Instituts für Fördertechnik und Logistik (IFT) der Universität Stuttgart

M.Sc.

Daniel Mezger

- Akademischer Mitarbeiter am Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT) der Universität Stuttgart

E-Commerce – eine Frage der Flexibilität?



E-Commerce - eine Frage der Flexibilität? Daniel Mezger, M.Sc.
16.09.2021

 Universität Stuttgart
Institut für Fördertechnik und Logistik

E-Commerce – eine Frage der Flexibilität?

Die Paketflut (wie im Bild ersichtlich) nimmt mehr und mehr zu. Covid-19 hat dies nochmals signifikant verstärkt.

Mit einem Klick ist der Kauf getätigt. Diese Flexibilität der Kunden lässt den E-Commerce weiter wachsen.

Doch was passiert auf der anderen Seite? Was machen die Lieferanten? Vor welchen Herausforderungen stehen diese? Ist hier eine Flexibilität ebenfalls vorhanden bzw. notwendig?

Auf diese Fragen geht der folgende Vortrag näher ein.

Vorstellung

Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT)
Universität Stuttgart

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

Daniel Mezger, M.Sc.
Akademischer Mitarbeiter



Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT) der Universität Stuttgart

- Gründung 1927
- 3 Abteilungen:
 - Seiltechnologie
 - Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung
 - Logistik
- 38 Mitarbeiter
 - 26 wissenschaftliche Mitarbeiter
 - 7 Verwaltung
 - 5 Werkstatt
 - + ca. 30 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.

Seine Promotion erlangte er 2002 am Institut für Fördertechnik und Logistik mit der Dissertation „Simulationsgestützte Beurteilung der logistischen Qualität innerbetrieblicher Entsorgung“. Danach war er in der Industrie bei der Dürr AG (2002 – 2009) und der Audi AG (2009 -2019) tätig.

Daniel Mezger, M.Sc. ist seit 05/2017 als akademischer Mitarbeiter am Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart. Dort beschäftigt er sich übergreifend in den Bereichen der Forschung, Lehre und Praxis mit dem Thema Kommissionierung. Insbesondere manuelle Kommissioniersysteme, AR und VR in der Kommissionierung sowie die Ergonomie sind Kernpunkte seiner Tätigkeit. Daneben ist er zuständig für das LernLager.

E-Commerce. Und die Auswirkungen auf die Logistik!

- Zunahme des Sendungsvolumens der KEP-Dienstleister in Deutschland um 400 Millionen Sendungen auf 4,05 Milliarden Sendungen
- Steigerung des Online-Handels im Jahr 2020 um 23 % auf fast 73 Milliarden €
- Covid-19 verstärkt diesen Trend [1]
- Erwartungen der Schnelligkeit (next / same day) von Kunden nehmen zu [2]
- Automatisierung ermöglicht Effizienzsteigerungen, ist jedoch mit hohen Investitionen verbunden. Insbesondere bei kurzfristigen, saisonalen Nachfrageschwankungen, wie dem Weihnachtsgeschäft oder Rabattaktionen (z. B. Black Friday), ist diese Investition nicht sinnvoll und für KMU nicht realisierbar [3]

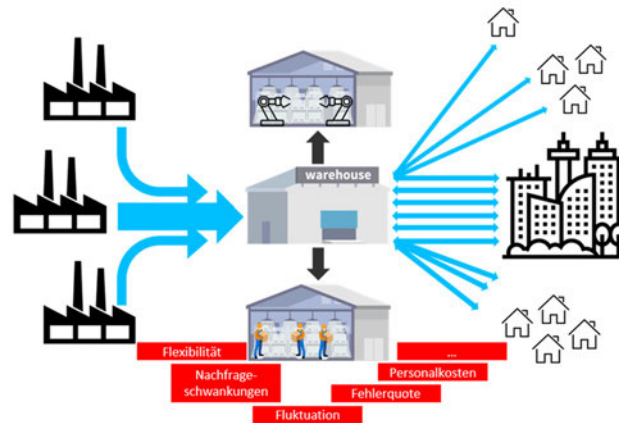
Das Sendungsvolumen der KEP-Dienstleister in Deutschland ist 2020 um 400 Millionen Sendungen auf 4,05 Milliarden Sendungen im gesamten Jahr gestiegen – Tendenz steigend, da der Online-Handel durch die Corona-Pandemie weiter zugenommen hat [1]. Doch welche Herausforderungen verbergen sich hinter dem stetig wachsenden E-Commerce für die Unternehmen? Die erforderte Schnelligkeit des Warenversandes von Kunden hat eine direkte Auswirkung auf die innerbetriebliche Logistik der Unternehmen und Logistikdienstleister [2]. Die Automatisierung spielt bei der Effizienzsteigerung eine wesentliche Rolle und ist mit hohen Investitionskosten verbunden, die sich weiter erhöhen, wenn man saisonale Nachfrageschwankungen, wie das Weihnachtsgeschäft oder Rabattaktionen (z. B. Black Friday) bewältigen möchte. Insbesondere für kleinere und mittlere Unternehmen ist dies nicht mehr zu realisieren [3].

E-Commerce. Und die Auswirkungen auf die manuelle Kommissionierung!

- Hohe Relevanz der manuellen Kommissionierung
 - Heterogene und dynamische Arbeitsinhalte lassen sich durch den Menschen effizient lösen
 - Manuelle Kommissionierung mit über 55 % größter Kostenfaktor in Lagerhäusern
 - Hohe Personalkosten, Fluktuation und höhere Fehlerquoten durch manuelle Tätigkeiten erhöhen die Ausgaben ^[4]
- Teilautomatisierung mit Kommissioniertechnologien unterstützt die Kommissionierer
- Unternehmen sind auf Systemanbieter angewiesen, um ihre Kommissioniersysteme an aktuelle Anforderungen anzupassen ^[5]

Manuelle Tätigkeiten haben deshalb nach wie vor eine hohe Relevanz. Insbesondere in der Kommissionierung wird das Person-zur-Ware-System häufig eingesetzt, da die heterogenen und dynamischen Arbeitsinhalte der Kommissionierung durch den Menschen effizient gelöst werden. Gleichzeitig bildet die manuelle Kommissionierung den größten Kostenfaktor in den Lagerhäusern mit über 55 %. Hohe Personalkosten, eine starke Fluktuation und höhere Fehlerquoten durch manuelle Tätigkeiten sind Treiber dieser Kosten [4]. Gleichzeitig mangelt es Unternehmen an der Fähigkeit ihre Kommissioniersysteme, ohne Unterstützung des Systemanbieters, an aktuelle Anforderungen anzupassen [5].

Spannungsfeld der manuellen Kommissionierung im E-Commerce inkl. Retouren



Die positiven Fähigkeiten des Menschen müssen genutzt und die negativen unter Zuhilfenahme von Kommissioniertechnologien eliminiert werden, um das Spannungsfeld der manuellen Kommissionierung im E-Commerce inklusive Retouren zu beherrschen (siehe Abbildung). Die Gestaltung der Kommissioniertechnologien setzt dabei Flexibilität für den Unternehmer und Anwender voraus.

LernLager

Forschungs-, Lehr- und Praxislabor für die manuelle Kommissionierung

- Ca. 120 m² Kommissionierfläche
- Ca. 1.000 Lagerplätze
- Verschiedene Kommissioniertechnologien
 - Pick-by-List
 - Pick-by-Scan (ProGlove)
 - Pick-by-Voice
 - Pick-by-Vision (Augmented Reality)
 - Pick-by-Light (PbL)
- Umfassende Datenerfassung



Das LernLager, das Forschungs-, Lehr- und Praxislabor für die manuelle Kommissionierung am IFT hat eine Kommissionierfläche von ca. 120 m² und ca. 1.000 Lagerplätze, die mit realen Produkten bestückt sind. Die verschiedenen Kommissioniertechnologien lassen sich redundant einsetzen und die Kommissionierleistung (Zeit und Qualität) berechnen. Somit ermöglicht das LernLager eine fast reale Kommissionierung.

In Projekten dient das LernLager durch Probandenversuche als Testlabor.

Forschungsprojekt LernLager: Übersicht

Bewertung und Optimierung individueller Lernprozesse in der Intralogistik am Beispiel der manuellen Kommissionierung

- Projektzeitraum: 01.03.2017 – 28.02.2019
- Projektpartner:












- Vergleich von verschiedenen Anlernformen
- Probandenanzahl: 124

Gefördert durch:



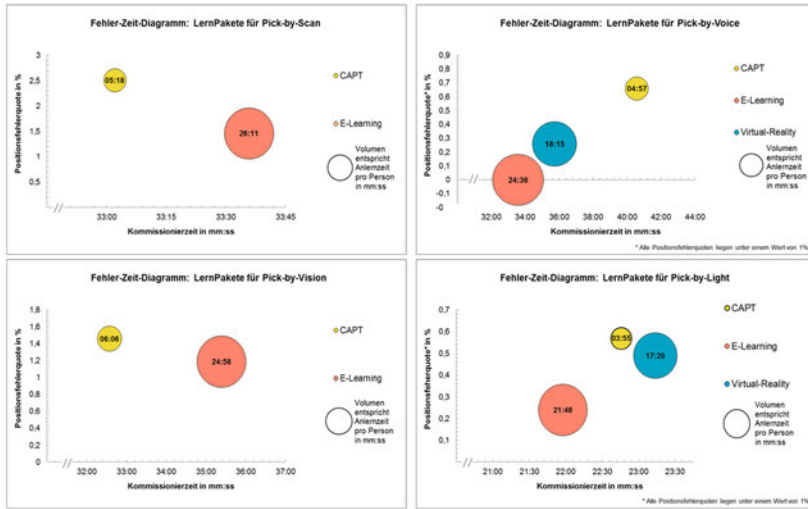
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

E-Commerce - eine Frage der Flexibilität? Daniel Mezger, M.Sc.
16.09.2021

Universität Stuttgart
Institut für Forsttechnik und Logistik

Bereits abgeschlossenes AiF-Projekt in Kooperation mit der Hochschule Pforzheim. Projektpartner waren Anbieter und Anwender von Kommissioniertechnologien. Im Projekt wurden über 2 Jahre verschiedene Lernprozesse der manuellen Kommissionierung untersucht. Dabei wurde die klassische „Lehrlings-Meister“-Methode, eine E-Learning-Plattform und VR-Anlernmethode miteinander verglichen. 124 Probanden haben an der Untersuchung im LernLager teilgenommen.

Forschungsprojekt LernLager: Ergebnisse I



E-Commerce - eine Frage der Flexibilität? Daniel Mezger, M.Sc. 16.09.2021

Universität Stuttgart Institut für Fabriktechnik und Logistik

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts LernLager sind in der folgenden Grafik enthalten. Auf der x-Achse sind die Kommissionierzeiten eingezeichnet. Die y-Achse beinhaltet die Fehlerquoten während der Kommissionierung. Die verschiedenen Farben geben die unterschiedlichen Anlernmethoden an. Bei Pick-by-Scan und Pick-by-Vision wurden keine VR-Anlernmethode angewendet. Das Volumen der Kreise zeigt die Anlernzeit der jeweiligen Anlernmethode. Die Erkenntnisse des damaligen Projektes lagen auf dem Vergleich der Anlernmethoden, der Vergleich der Kommissioniertechnologien war zweitrangig. Klar ersichtlich ist aber:

- Pick-by-Light hat die kürzeste Kommissionierzeit
- Pick-by-Light hat die geringste Fehlerquote
- Pick-by-Light hat die geringsten Anlernzeiten

Forschungsprojekt LernLager: Ergebnisse II

- ➔ Pick-by-Light ist die „beste“ Kommissioniertechnologie
- Einlernphase (intuitiv)
 - Kommissionierleistung (Zeit und Qualität)

Aber warum wird diese häufig nicht eingesetzt?

Gründe aus Gesprächen mit Projektpartnern und Besuchern des LernLagers:

- „Zu hohe Investitionskosten in Infrastruktur“
- „Nur einsetzbar im Schnellläuferbereich“
- „Multi-Order bzw. mehrere Kommissionierer in gleicher Zone häufig nicht umsetzbar“
- „Lagerplatzfindung ist ineffizient“
- „Keine flexible Anpassung“

Bei allen Vorteilen bestätigt durch das vergangene Projekt, stellt sich die Frage warum Pick-by-Light nicht häufiger eingesetzt wird.

In Gesprächen mit Unternehmen, die das LernLager besucht haben sowie dem Projektkonsortium sind einige exemplarische Gründe aufgeführt:

- „Zu hohe Investitionskosten in Infrastruktur“
- „Nur einsetzbar im Schnellläuferbereich“
- „Multi-Order bzw. mehrere Kommissionierer in gleicher Zone häufig nicht umsetzbar“
- „Lagerplatzfindung ist ineffizient“
- „Keine flexible Anpassung“

Forschungsprojekt FlexLight: Übersicht

Entwicklung eines neuartigen, flexiblen, robusten und kostengünstigen Pick-by-Light-Systems für die manuelle Kommissionierung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU): FlexLight



Projektinformationen:

- Projektzeitraum: 01.10.2019 – 31.12.2021
- Projektkonsortium: IFT und KMU (ThingOS)
- Projektumgebung: LernLager am IFT



Im Forschungsprojekt FlexLight wird die Kommissioniertechnologie Pick-by-Light weiterentwickelt. Insbesondere die Flexibilität gegenüber herkömmlichen Pick-by-Light-Systemen sowie die Investitionskosten werden optimiert, damit sich auch KMU ein Pick-by-Light für die Bewältigung der E-Commerce-Herausforderungen heranziehen können. Das Projekt läuft über 2 Jahre und wird zusammen mit dem KMU ThingOS aus Stuttgart-Vaihingen bearbeitet. Die Validierung findet im LernLager am IFT statt.

Forschungsprojekt FlexLight: Umsetzung und Ziele

Projektziele:

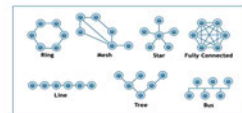
- Flexibles, robustes und kostengünstiges PbL
- Entwicklung einer BLE-Mesh-Architektur und eines Peilungsverfahrens (Lokalisierung)
- Entwicklung eines Leitsystems sowie einer Wegeoptimierung durch PbL
- Nutzung der Kombinationsmöglichkeiten aus PbL und PtL als Kontrolle
- Auswahl aller notwendigen Hardware-Komponenten
- ThingOS Hub als Schnittstelle jeglicher Soft- und Hardware



Der vorliegende Beitrag beschreibt die Entwicklung von Flexibilitätspotenzialen in der manuellen Kommissionierung am Beispiel von Pick-by-Light und untersucht, welchen Einfluss mehr Flexibilität im Kommissioniersystem auf die Kommissionierleistung hat. Im Projektverlauf untersuchen experimentelle Versuche im Kommissionierlabor das Optimierungspotenzial anhand der weiterentwickelten Kommissioniertechnologie Pick-by-Light. Flexibilitätspotenzial wird beispielsweise anhand der Erweiterung oder Änderung des Pick-by-Lights in den Regalgassen sowie an den Lagerplätzen untersucht. Mittels Kontrollgruppen werden die Flexibilitätspotenziale und Kommissionierleistungen gegenüber der herkömmlichen und standardisierten Kommissioniertechnologie Pick-by-Light verglichen und analysiert. Die Evaluation der Flexibilitätspotenziale erfolgt durch Probandentests.

Ziel ist die Flexibilitätssteigerung der angewendeten Kommissioniertechnologie durch die Vermeidung von negativen Auswirkungen auf die Kommissionierprozesse und -leistungen. Ein umfangreicheres und individuelleres Funktionsportfolio führt dabei zu optimierten Kommissionierprozessen. Dieses Portfolio umfasst ein integriertes Leitsystem und Wegeoptimierungen durch Pick-by-Light. Die Evaluation der experimentellen Versuche soll neben der robusten Anwendung zeigen, dass die Intuition und Flexibilität der Kommissioniertechnologie durch die selbstständige Gestaltung des Anwenders gesteigert werden.

Forschungsprojekt FlexLight: Umsetzung und Ziele



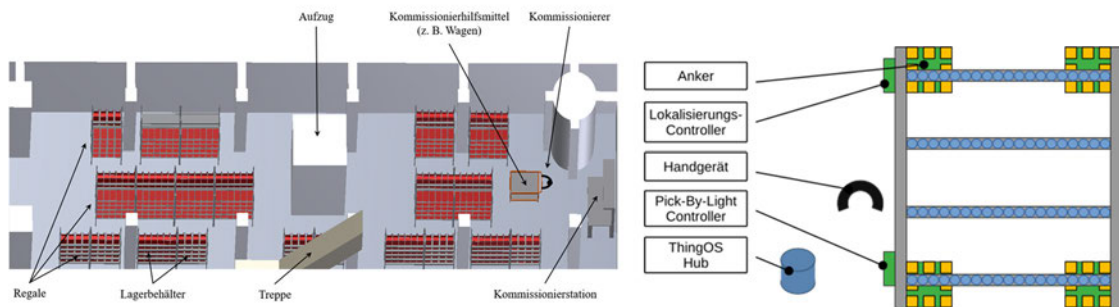
Bluetooth-Low-Energy-Mesh-Architektur:

- Benötigt als einzige Mesh Technologie kein Gateway und ist somit sofort über Milliarden von Smartphones / Tablets weltweit ansteuerbar.
- Bietet den größten Adressraum an einbindbaren Geräten
- Hat bisher keine bekannten Sicherheitslücken
- Bietet eine ausgereifte und zukunftssichere Sicherheits- und Interoperabilitäts-Architektur
- Wird zwar im 2.4 GHz Band betrieben jedoch hier in den etwas freieren Advertisement Kanälen

Technologie	Genauigkeit	Vorteile/Nachteile	Kosten
BLE	<ul style="list-style-type: none"> • Reichweite bis max. 75 m • Genauigkeit 10 cm – 1 m bei BLE 5.1 	<ul style="list-style-type: none"> • Nahbereich Kommunikation • Einfache Verbindung mit Endgeräten (Smartphone Tablet) • Mittlere Abdeckung • Oftmals Probleme mit WIFI Netzwerk 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativ Günstig (Günstige Sender) • Geringe Energiekosten

Die Kommunikationstechnologie BLE wird im Forschungsprojekt eingesetzt, da diese relativ günstig ist, an eine Vielzahl von Geräten einbindbar und geringen Energieverbrauch aufweist. Im Anhang befindet sich eine Übersicht von weiteren Technologien.

Forschungsprojekt FlexLight: LernLager



E-Commerce - eine Frage der Flexibilität? Daniel Mezger, M.Sc.
16.09.2021

Universität Stuttgart
Institut für Fördertechnik und Logistik

Die entwickelten Flexibilitätspotentiale von Pick-by-Light werden durch experimentelle Kommissioniersversuche im Labor untersucht. Mittels Kontrollgruppen werden die Flexibilitätspotentiale und Kommissionierleistungen mit der herkömmlichen und standardisierten Kommissioniertechnologie Pick-by-Light verglichen und analysiert. Die Evaluation der Flexibilitätspotentiale erfolgt durch Probandentests.

Dazu wird jedes Regal im LernLager mit Anker (Antennen) am Regal ausgestattet. Der ThingOS Hub verknüpft alle Daten der Hard- und Software. Der Lokalisierungscontroller verarbeitet die Daten aus den Anker, welche durch das Handgerät die Position des Kommissionierers bestimmen. Der Lokalisierungscontroller übermittelt daraufhin an den Pick-by-Light-Controller ein Signal, um den Kommissionierer über die nächsten Handlungsschritte zu informieren.

	Pick-by-Light	Pick-by-FlexLight
Investition	hoch	gering
Qualität	gering	hoch
Zeit	schnell	schnell
Multi-Order	nein	ja
Guiding	nein	ja
Flexibilität	gering	hoch

- Keine starre Infrastruktur, sondern flexibel einsetzbare LED-Bänder. Diese sind preiswert und vermeiden somit hohe Investitionskosten. Die Anbringung, Änderung oder Erweiterung erfolgt durch den Anwender.
- An jedem Lagerplatz ist ein Near-Field-Communication (NFC) Tag angebracht. Durch ein zusätzliches Kommissionierarmband, ausgestattet mit einem NFC-Reader, wird dem Kommissionierer per Vibration mitgeteilt, ob es sich um den richtigen Lagerplatz handelt und die Kommissionierqualität erhöht.
- Die LED-Bänder bilden alle Farben des RGB-Farbmodells ab. Somit lassen sich den Kommissionierern verschiedene Farben zuordnen und ein Multi-Ordner mit Zuordnung einer bestimmten Farbe zu einem Auftrag ist möglich.
- Die LEDs lassen sich einzeln ansteuern und ermöglichen dadurch eine Wegsteuerung zum nächsten Lagerplatz.

Zusammenfassung: E-Commerce und Flexibilität

- E-Commerce wird weiterhin zunehmen
- Manuelle Kommissionierung bei KMU ist nach wie vor weit verbreitet
- Spannungsfeld der manuellen Kommissionierung im E-Commerce wird weiterhin zunehmen
- Pick-by-Light als effiziente Kommissioniertechnologie flexibler gestalten, um das Spannungsfeld zu verringern
- Gestiegene Flexibilität in der manuellen Kommissionierung lässt die Abhängigkeiten zu Systemanbietern schwinden und KMU profitieren durch geringere Kosten, leichteren Zugang und Einstieg zur halbautomatisierten Kommissionierung und einer gesteigerten Kommissionierleistung. Dem erhöhten Kunden- und Marktdruck im E-Commerce kann Stand gehalten werden und die Wettbewerbsfähigkeit bleibt erhalten.

Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen profitieren von optimierten und flexibel gestaltbaren manuellen Kommissioniersystemen und der Möglichkeit zur einfachen Integration in deren bestehende Systeme. Um auf Unsicherheiten, wie beispielsweise einer Pandemie, zu reagieren, ist die Flexibilität der Kommissionierung im E-Commerce ein sinnvolles Instrument.

Ausblick: Forschungsprojekt ARKom

Entwicklung eines Pick-by-Augmented-Reality-Systems (PbAR) zur manuellen Kommissionierung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU): ARKom



Nicht nur bei Pick-by-Light gibt es Optimierungspotenzial in der Flexibilität. Ein weiteres Forschungsprojekt ARKom betrachtet Pick-by-Augmented-Reality und ermöglicht mit Hilfe einer Datenbrille die Konfiguration eines 3D-Lagermodells ohne großen Einfluss in die bestehende Lagerinfrastruktur.

Kontakt

Institut für Fördertechnik und Logistik
Universität Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz
Institutsleiter
T: +49 711 685-83771
robert.schulz@ift.uni-stuttgart.de



Daniel Mezger, M.Sc.
Akademischer Mitarbeiter
T: +49 711 685-84196
daniel.mezger@ift.uni-stuttgart.de



Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart
Kontaktdaten:

- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz (Institutsleiter)
- Daniel Mezger, M.Sc. (Akademischer Mitarbeiter)

Bei weiteren Fragen oder im Nachgang zögern Sie nicht sich an uns zu wenden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Quellen

[1] BUNDESVERBAND PAKET & EXPRESSLOGISTIK: Über 4 Mrd. transportierte Sendungen – Paketdienste halten den Alltag am Laufen. KEP-Studie: <https://www.biek.de/presse/meldung/kep-studie-2021.html>, 2021, S. 11.

[2] HEINEMANN, GERIT: Der neue Online-Handel – Geschäftsmodelle, Geschäftssysteme und Benchmarks im E-Commerce. 12. Auflage, 2021, S. 25 ff., Springer Verlag.

[3] BOMMERS, ROBERT und CASTRUP, SEBASTIAN: Logistik 4.0 – Automatisierte Kommissionierung im Onlinehandel. In: VOSS, PETER H. (Hrsg.) – Logistik – die unterschätzte Zukunftsindustrie – Strategien und Lösungen entlang der Supply Chain 4.0. 2. Auflage, 2020, S. 99f., Springer Gabler.

[4] FRANZKE, TORSTEN: Der Mensch als Faktor in der manuellen Kommissionierung- Eine simulationsbasierte Analyse der Effizienz in Person-zur-Ware-Kommissioniersystemen. 2018, S. 2f., Springer Verlag.

[5] SCHOLL, PHILIPP: Skalierbare Kommissioniersysteme – Entwicklung eines Instrumentariums zur Auswahl eines kostenoptimalen skalierbaren Kommissioniersystems unter Berücksichtigung prognostizierter Auslastungsschwankungen. Abschlussbericht Forschungsprojekt, 2009, S. 9ff.

Anhang

Technologie	Genauigkeit	Vorteile/Nachteile	Kosten
RFID	<ul style="list-style-type: none"> Genauigkeit: nur punktuelle Ortung (reine Präsenzortung) Reichweite: bis 1 m 	<ul style="list-style-type: none"> Sensoren brauchen keine Stromversorgung Vielseitig einsetzbar Geringe Reichweite Keine Positionsortung Probleme in metallischen Umfeldern 	<ul style="list-style-type: none"> Günstig Geringe Energiekosten
BLE	<ul style="list-style-type: none"> Reichweite bis max. 75 m Genauigkeit 10 cm – 1 m bei BLE 5.1 	<ul style="list-style-type: none"> Nahbereich Kommunikation Einfache Verbindung mit Endgeräten (Smartphone Tablet) Mittlere Abdeckung Oftmals Probleme mit WIFI Netzwerk 	<ul style="list-style-type: none"> Relativ Günstig (Günstige Sender) Geringe Energiekosten
5G	<ul style="list-style-type: none"> Genauigkeit bis wenige cm Hohe Datenraten (20Gbit/s) 	<ul style="list-style-type: none"> Geringe Latenz (Echtzeitortung) Nahtloses Handover zw. zwei Ortungszonen Edge Computing nötig 	<ul style="list-style-type: none"> Glasfaser nötig für optimale Nutzung Technologie noch in der Entwicklungsphase Hohe Kosten
UWB	<ul style="list-style-type: none"> Genauigkeit: 10 cm – 30 cm Reichweite: 10 m – 150 m Hohe Latenz (Ortung pro Sekunde) Auch Höhenunterschiede werden erfasst 	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Genauigkeit und Reichweite Aufwendige Installation Indoor und Outdoor Mehrere Zonen möglich Großflächige Abdeckung 	<ul style="list-style-type: none"> Forschungsmodelle ab 1140€ Hohe Energiekosten Signalsender Batteriewechsel alle 2-4 Wochen Industrie Hohe Anschaffungskosten
WLAN	<ul style="list-style-type: none"> Reichweite bis max. 150 m Genauigkeit ca. 15 m Echtzeit Ortung 	<ul style="list-style-type: none"> Nahbereich Kommunikation Einfache Verbindung mit Endgeräten (Smartphone Tablet) Großflächige Abdeckung 	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Energiekosten Eher Geringe Anschaffungskosten
GPS	<ul style="list-style-type: none"> Im Prinzip Weltweit Genauigkeit 10 m – 15 m 	<ul style="list-style-type: none"> In Gebäuden sehr ungenau bzw. kaum verfügbar Tracking von Lieferungen außerhalb eines Gebäudes Einfache Verbindung mit Endgeräten 	<ul style="list-style-type: none"> Eher Geringe Kosten



Nachhaltige Personen- & Gütermobilität

Eine Forschungsinitiative der Fakultät für Maschinenbau & Wirtschaftswissenschaften an der Technischen Universität Graz

Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften

Univ.-Prof. DI Dr.techn. Franz Haas
Assoc.-Prof. DI Dr.techn. Mario Hirz
Assoc.-Prof. DI Dr.techn. Christian Landschützer

Univ.-Prof. DI Dr.techn.

Franz Haas

- Dekan der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Graz
- Leiter der Forschungsinitiative: Nachhaltige Personen- und Gütermobilität
- Leiter des Instituts für Fertigungstechnik der Technischen Universität Graz

Assoc.-Prof. DI Dr.techn.

Mario Hirz

- Stellvertretender Institutsleiter des Instituts für Fahrzeugtechnik der Technischen Universität Graz
- Koordinator der Forschungsinitiative: Nachhaltige Personen- und Gütermobilität

Assoc.-Prof. DI Dr.techn.

Christian Landschützer

- Stellvertretender Institutsleiter des Instituts für Technische Logistik der Technischen Universität Graz
- Koordinator der Forschungsinitiative: Nachhaltige Personen- und Gütermobilität

Nachhaltige Personen- & Gütermobilität

Eine Forschungsinitiative der Fakultät für Maschinenbau & Wirtschaftswissenschaften an der Technischen Universität Graz

Jahresbericht 2020
kommentierte Kurzversion (Kuriensitzung 3. März 2021)

www.tugraz.at



2

Inhalt

Übersicht und Ziele		3
Publikationen 2020		9
Berichte Dissertanten		10
▪ UFO: Florian Ratz	Vorbach	11
▪ FTG: Thu Trang Nguyen	Hirz	12
▪ IIM: Atacan Ketenci	Ramsauer	13
▪ ITL: Gerald Mahringer	Landschützer	14
▪ IVT: Martin Opetnik	Hausberger	15
▪ IWT: Michael Höber	Hochenauer	16
▪ VSI: Patrick Höschele	Sinz	17
▪ IME: Mario Theissl	Hick	18
▪ FTG: Demin Nalic	Eichberger	19

3

Projektübersicht

- Ziel:** Technologien und Prozesse zur Steigerung der Effizienz und Senkung von Treibhausgasemissionen im Transportsektor
- Dauer:** 4 Jahre (2020 bis 2024)
- Umfang:** 9 Dissertationen an verschiedenen Instituten der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Graz



Forschungsinitiative
**Nachhaltige
Personen- und
Gütermobilität**

4

Projektübersicht

Leitung:
Univ.-Prof. DI Dr.techn. Franz Haas,
Dekan der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften



Koordination:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Franz Heitmeir
Assoc.Prof. DI Dr.techn. Mario Hirz
Assoc.Prof. DI Dr.techn. Christian Landschützer



Forschungsinitiative
**Nachhaltige
Personen- und
Gütermobilität**



5 **Ziele detailliert**

Mobilität

Gütermobilität

- Schließung Technologielücke
- Logistik
- Schienengüterverkehr u.
- Physical Internet

Personenmobilität

- multikriterielle Methoden
- Modell-/Technologiebewertung
- Konzepte Mobilitätsangebote/-technologien

Technologie

- ganzheitliche Betrachtung und Bewertungsmethoden
- Konzepte Optimierung der Personen-/Gütermobilität

TU Graz und Fakultät MB/MBWW

- verstärkte öffentliche Wahrnehmung
- verbesserte interne Zusammenarbeit
- breitere Zugänge und Folgeforschung

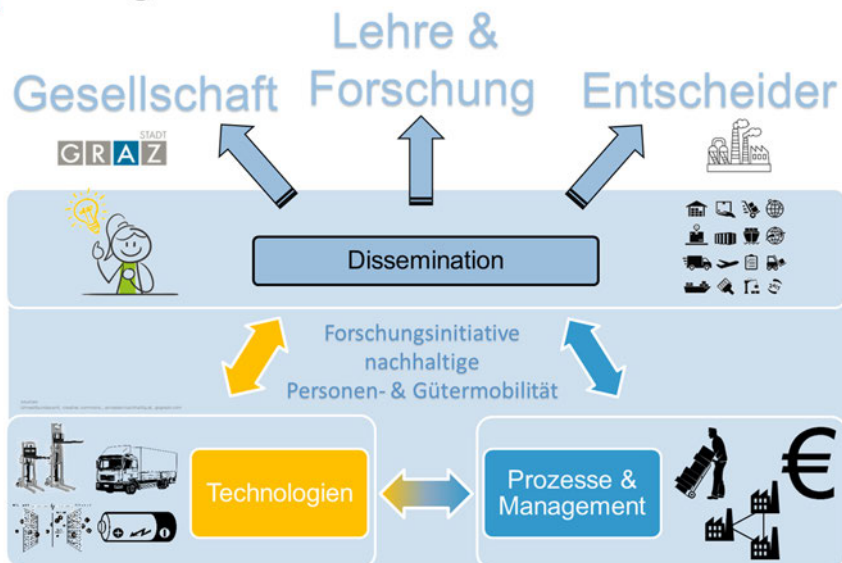
Gesellschaft und Entscheidungsträger

- Bewusstseinsbildung für Ansätze

Instrumente

- wissenschaftlich: Kongresse, Paper, wissenschaftliche Vernetzung
- niederschwellig: Ergebnisverbreitung durch interaktive Simulationsplattformen (Web), Vernetzung, Bewusstseinsbildung in Gesellschaft

6 **Wirkung der Initiative**



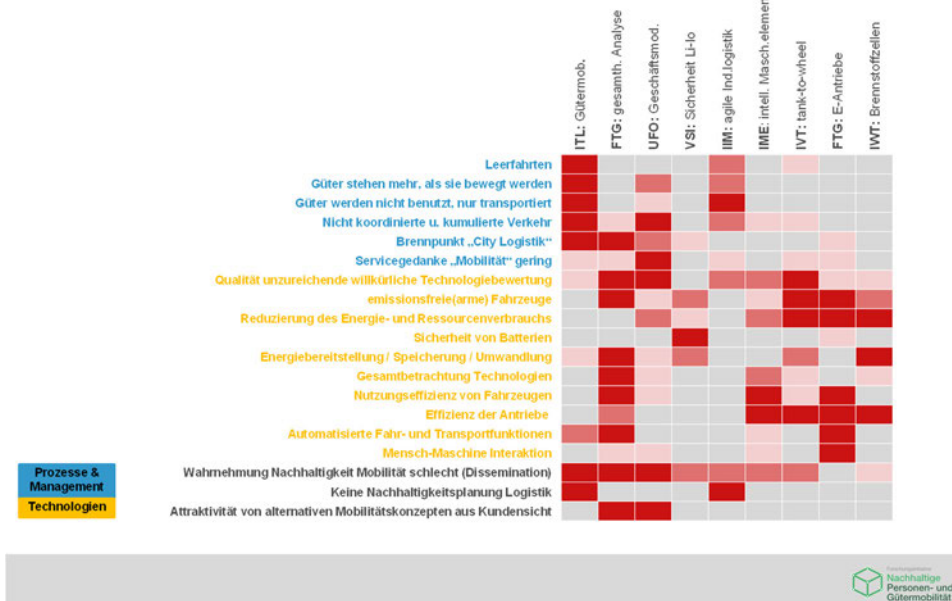
7

Dissertationsthemen der Forschungsinitiative



8

Kompetenzmatrix zur Beseitigung von Unsustainabilities



Übersicht der Auszeichnungen und Publikationen

Auszeichnungen:

Die Forschungsarbeit von Mario Theissl wurde durch ein Stipendium des Hans List Fonds 2020 gewürdigt.

Wissenschaftliche Publikationen (veröffentlicht oder eingereicht):

- Glinik, Rachinger, Ropposch, Ratz, Rauter: „Exploring Sustainability in Business Models of Early-Phase Start-up Projects: A Multiple Case Study Approach“, Journal of Business Models, Paper accepted
- Nguyen, T. T., Brunner, H., & Hirz, M.: “Towards a Holistic Sustainability Evaluation for Transport Alternatives“, European Journal of Sustainable Development, published in 2020
- Nguyen, T. T., Mahringer, G., Brunner, H., Hirz, M., & Landschützer, C.: “Potential pathways for carbon emission reduction in road passenger and freight transport“, Submitted to 12th International Scientific Conference on Mobility and Transport (mobil.TUM 2021), Singapore, May 2021.
- Nguyen, T. T., Rust, A., Brunner, H., Bachler, J., & Hirz, M.: “Potential for CO2 emission reduction in future passenger car fleet scenarios in Europe“, Submitted to the Resource Efficient Vehicles conference (REV), Stockholm, June 2021.
- Michael Höber, Benjamin Königshofer, Philipp Wachter, Gjorgji Nusev, Pavle Boskoski, Christoph Hochenauer und Vanja Subotic: Paper submission to the zum Special Issue „Hydrogen Energy Systems: Optimization Models, Control and Simulation“, MDPI Journal „Processes“, review process in progression
- Theissl M., et.al.: „Innovative foil-Sensor revolutionizes fluid monitoring in electrified drivetrains“, CTI USA Okt 2020

Zeitungspublication:

Kleine Zeitung: „Helle Köpfe – die Zukunft des Transports, 8. Mai 2020

Sonstiges:

Einreichung der Forschungsinitiative beim VCÖ Mobilitätspreis 2020, leider waren wir nicht unter den Gewinnern

Berichte der Dissertanten



Durch Scan des abgebildeten QR-Codes gelangen Sie zu den Audioaufnahmen der Dissertanten.

11

Technology-based business models in sustainable mobility of persons and goods



Florian RATZ
Dipl.-Ing. BSc



Quelle: Iberdrola, 2021

Ziele

- Verständnis von Geschäftsmodellen (GMs) der Personen- & Gütermobilität und deren Wirkung auf die Organisation und das Management der Mobilität
- Erkenntnisse zur Wechselwirkung zwischen Technologien/Services und GMs der Mobilität
- Entwicklung von Gestaltungsmöglichkeiten für neue technologiebasierte GMs für die Personen- & Gütermobilität

Vorgehen

- Analyse der derzeit existierende technologiebasierten GMs der Personen- & Gütermobilität
- Analyse von technologischen Veränderungen als Basis für GM-Änderungen und Untersuchung des Einflusses von (disruptiven) Technologieänderungen auf die Entwicklung der GMs
- Aufzeigen von GM-Typologien und deren Wirkung auf nachhaltige Mobilität
- Aufzeigen von Entwicklungsmöglichkeiten und Szenarios für neue zukunftsfähige GMs

Impact

- Übersicht und Verständnis von bestehenden GMs der Personen- & Gütermobilität
- Empfehlungen für die Entwicklung nachhaltiger technologiebasierter GMs für die Personen- & Gütermobilität
- Beitrag zur Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Mobilität

Fortschritt 2020 & Ausblick 2021

- Verfassung des Dissertation Research Proposals
- Zwei Lehrveranstaltungen für curricularen Anteil des Doktoratsstudiums absolviert
- Nächste Schritte: a) Systematic Literature Review mit Publikationsgedanke
b) Zusammenarbeit in der Forschungsinitiative für Publikationen

Institut für Unternehmungsführung und Organisation



12

Holistic analysis for sustainable passenger and goods transport



Doctoral student:
Thu Trang Nguyen



Targets

- Understanding present and future technologies for passenger and goods transport and their (potential) contributions to sustainable mobility
- Sustainability evaluation of transport solutions considering environmental, social and economic aspects

Procedure

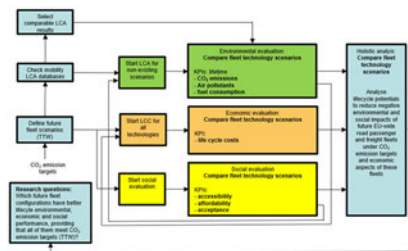
- Exploration of possible fleet scenarios to meet emission targets
- Lifecycle assessment, lifecycle cost, social evaluation (accessibility, affordability, acceptance) of future fleet scenarios
- Examination of new drive concepts (i.e., AVs, shared mobility, MaaS)

Impact

- Recommendations for energy-optimized technologies, social and economic measures to achieve CO₂-neutral mobility
- Outcomes to support decision makers in identifying optimum fleet scenarios to achieve emission targets

Progress 2020

- First paper published.
- Research questions laid out.
- Research methodology framework and research plan developed.
- Outlook for 2021: environmental evaluation of the future fleet scenarios



Institute of Automotive Engineering

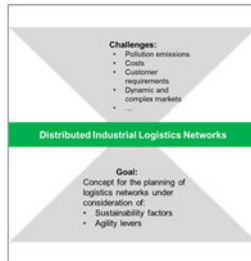


13

Design of Sustainable and Agile Logistics in Distributed Industrial Networks



Doctoral student:
Atacan Ketenci



Targets

- Understanding the interaction between sustainability and agility in distributed industrial networks
- Concept for the design of sustainable and agile logistics in distributed industrial networks
- Validation of concept based on use cases and simulation models

Procedure

- Literature review
- Design of process model according to design science research
- Evaluation of process model through use cases (simulations)

Impact

- Identification of relevant sustainability factors in freight transport
- Design options for logistics networks considering sustainability and agility
- Contribution to the reduction of emissions of pollutants by freight transport under consideration of market uncertainties

Progress 2020

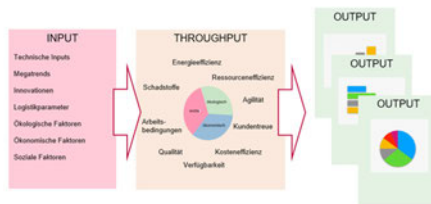
- Research gap and preliminary research questions identified
- Suitable research methodology selected and conceptual framework designed
- Outlook for 2021: Data collection and interviews; data analysis; ...

14

Auswirkung von Megatrends der Logistik auf die ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit eines Paketes auf dem Weg durch ein Verteilzentrum



Dissertant:
Gerald Mahringer



Ziele

- Darstellung der Auswirkungen von verschiedener Einflussfaktoren und Megatrends der Logistik auf die Nachhaltigkeit von Verteilzentren
- Darstellung der Abhängigkeiten zwischen sozialer, ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit unter verschiedenen Gesichtspunkten und Einflussparameter

Vorgehen

- Modellierung eines exemplarischen Verteilzentrums inkl. aller relevanten Komponenten und Datenbankstrukturen
- Simulatorische Anwendung von Megatrends der Logistik auf das Modell
- Multidimensionale Einflussanalyse von Einflussfaktoren auf die Auswirkung von Nachhaltigkeit unter verschiedener Gesichtspunkte

Impact

- Einfluss von e-commerce auf die globalen Ziele der Nachhaltigkeit und des Klimawandels
- Auswirkung von gegenwärtigen und zukünftigen Megatrends auf die Strategien von Zustelldienstleister

Fortschritt 2020

- 2020: Konzeptphase abgeschlossen
- 2021: Anforderungsspezifikation, Datenakquise, Systemmodellierung

15

Optimierte Antriebe für nachhaltigen, landgebundenen Verkehr



Dissertant:
DI Martin Opetnik



Ziele

- Entwicklung virtuelles PEMS für PKW; Anwendung: Fahrertraining und -Bewertung
- Analyse Energieverbrauch und Emissionen von LNF mit unterschiedlichen Antrieben

Vorgehen

- Grundmodell Software und Modellerstellung zur Simulation für virtuelles PEMS fertiggestellt
- Analyse Energieverbrauch abgeschlossen

Impact

- Energieverbrauchsanalyse fügt sich in Dissertation ein
- Virtuelles PEMS liefert einfache Möglichkeit zur Verbesserung des persönlichen Fahrstils
- Methoden für virtuelles PEMS können bei PKW-Simulation in Dissertationsprojekt übernommen werden

Fortschritt 2020

- Grundmodell Software für virtuelles PEMS fertiggestellt
- Analyse Energieverbrauch abgeschlossen
- Ausblick 2021:
 - Energieverbrauchsanalyse PKW, Zweirad, Offroad (inkl. Non-Exhaust-Emissionen)
 - Fertigstellung Software sowie erste Anwendung in Demokampagnen

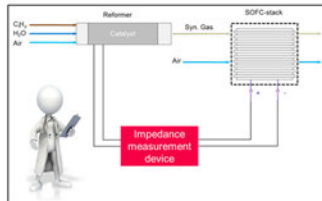
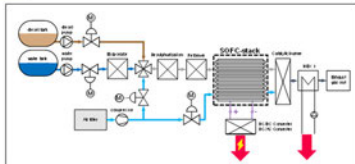
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik

16

Investigation and optimization of solid oxide fuel cells for application in agroindustry



Doctoral student:
Michael Höber



Targets

- Development of a self sustainable high-temperature fuel cell system
- Development of a fuel pre-treatment system to be able to use long-chain hydrocarbons as fuel for the system

Procedure

- Testing single solid oxide fuel cells (SOFCs) and SOFC stacks
- Developing and testing fuel pre-treatment systems (Reformer)
- Developing suitable measurement methods to monitor the state of health of the system

Impact

- High efficient system to provide electric energy and heat
- Utilization of long chained hydrocarbons which is advantageous for mobile applications

Progress 2020

- Simulation/calculation of possible low-degradation operating conditions
- Rough system design
- First reformer and SOFC single cell tests
- Outlook for 2021: New measurement methodology to determine the state of health of reformer catalysts. Combined testing of SOFC and reformer

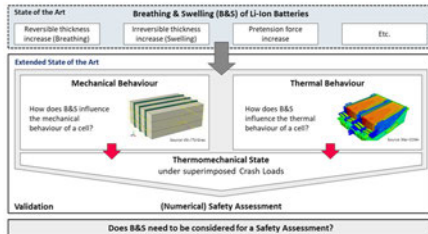
Institute of Thermal Engineering

17

The influence of breathing & swelling mechanisms on the thermo-mechanical state of a Li-Ion battery cell under a superimposed crash load



Doctoral student:
Patrick Höschele



Targets

- Increase safety of future battery module developments
- Safety-relevant assessment of the thermomechanical state of Li-Ion battery cells in normal operation and under crash loads

Procedure

- Description of the thermomechanical state of Li-Ion battery cells in normal operation (breathing and swelling) by testing and numerical simulation
- Description of the thermomechanical state of Li-Ion battery cells under crash load by testing and numerical simulation

Impact

- Optimized battery module designs with regard to safety
- Development of safety strategies through a deep understanding of the thermomechanical state of Li-Ion battery cells

Progress 2020

- Mechanical experiments with non-pretensioned Li-Ion batteries
- Investigation of relevant components (e.g. pouch foil)
- Outlook for 2021: Mechanical experiments with pretensioned Li-Ion batteries, numerical models for breathing and swelling, experiment design for superimposed crash loads and thermal loads

Vehicle Safety Institute

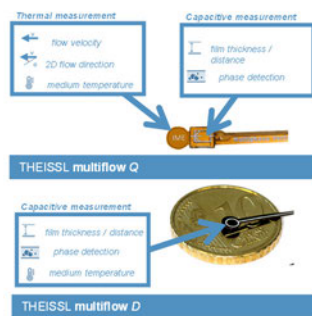


18

Das intelligente Maschinenelement



Dissertant:
Mario THEISSL



Ziele

- Ausstattung elektrifizierter Antriebe mit den intelligenten Maschinenelementen zur Effizienzsteigerung
- Fokus: auf Fluid- interagierende Maschinenkomponenten

Vorgehen

- Evaluierung der Anforderungen (Umgebungsbedingungen, Schnittstelle, ...) anhand des VW - DQ400-Hybridgetriebes
- Aufbau eines Prototypenmodells zum Funktionsnachweis
- Integration des intelligenten Maschinenelementes im E-Antrieb

Impact

- Optimale Regelung der Betriebsstrategie
- Minimierung von Verlusten in Systemkomponenten:
↓ CO₂
↑ Reichweite

Fortschritt 2020

- THEISSL *multiflow*: minimalinvasiven Erfassung von Fluid Strömungsbedingungen
- THEISSL *telemetry*: Drahtlose Datenübertragung von Messdaten
- Ausblick auf die Tätigkeiten 2021: Validierung mit Simulationsvergleich und mit Experimenten am Prüfstand

Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik



19

Kopplung eines Antriebsstrangprüfstandes für elektrische Antriebe mit einem Fahrsimulator für teilautomatisiertes Fahren



Dissertant:
Demin Nalic



Absicherung der funktionalen Sicherheit von automatisierten und elektrifizierten Fahrzeugen als Beitrag zur neuen, CO2 reduzierten Mobilität



Institut für Fahrzeugtechnik

Ziele

- Echtzeitfähige Kopplung zwischen den beiden Prüfständen
- Implementierung von digitalen Zwillingen realer Straßen
- Erarbeitung innovativer Methoden für XIL gestützte Fahrzeugauslegung

Vorgehen

- Anforderungen: Literaturstudium und Definition der Spezifikationen; Festlegung der verwendeten Soft- und Hardwareelemente
- Update Fahrsimulator: Beschaffung Hardware (Echtzeitrechner, Datenkommunikation) und Implementierung der Software
- Kopplungskonzept: Echtzeitkommunikation der Prüfstände
- Use-Cases: Generierung von relevanten Einsatzszenarien und Versuchsdurchführung

Impact

- Kosten- und Effizienzsteigerung in der Entwicklung elektrifizierter Antriebe
- Generierung stochastischer Fahrsituation zur Erprobung der funktionalen Sicherheit
- Erprobung mensch-geregelter Extremsituationen (Pre-Crash, instabile Fahrdynamik)

20

Ende





Thinking intralogistics further – with digitalization!

Michael Kaspar

Michael Kaspar

- Siemens AG
- Digital Industries



Thinking intralogistics further – with digitalization!

Siemens AG, Digital Industries, Michael Kaspar

Unrestricted | © Siemens 2021

SIEMENS

Key market trends in intralogistics call for increasing application of digitalization & efficient automation concepts



E-commerce boom w/ fast change of article range, deliver smaller orders, short-term peaks



Increase delivery speed and improve delivery estimate accuracy



Shortage of space while worldwide increase in parcel deliveries



Rising energy prices and growing ecological awareness



Increase in automation but lack of qualified staff

Implement adaptable and scalable Intralogistics processes

Establish high data accuracy and real time information along the logistic processes

Improve material flow availability, maintainability and performance

Provide consumption transparency, energy efficient systems and a sustainability mindset

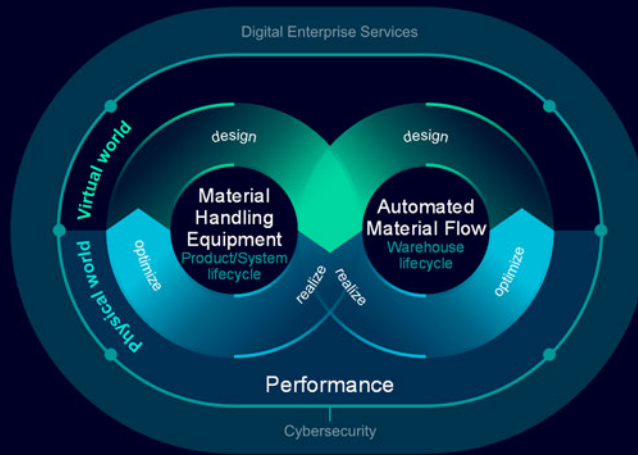
Reduce complexity for interaction of humans, automation and IT

Page 2 Unrestricted | © Siemens 2021

SIEMENS

Digital Enterprise in Intralogistics

Connecting the virtual and real world today, for continuous optimization



Digital Enterprise in Intralogistics

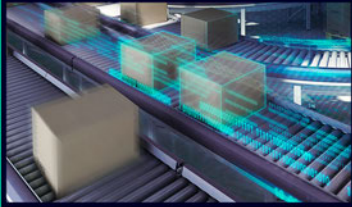
Connecting the virtual and real world today, for continuous optimization

- Boost productivity in machine and workplace development by collaborative multi-domain engineering processes** (connected to the 'design' phase of Material Handling Equipment)
- Shorten development time for optimized material flow** (connected to the 'design' phase of Automated Material Flow)
- Maintain and optimize operations: Cloud / IoT based applications portfolio (Siemens or 3rd party built Apps)** (connected to the 'optimize' phase of Automated Material Flow)
- Classical and digital industrial services incl. consulting offerings** (connected to the 'realize' phase between the two nodes)
- „Make real what matters“ in operations execution for core applications by DI's entire TIA Portfolio** (connected to the 'realize' phase between the two nodes)
- Improve efficiency, quality and enhance flexibility by virtual commissioning** (connected to the 'optimize' phase of Material Handling Equipment)

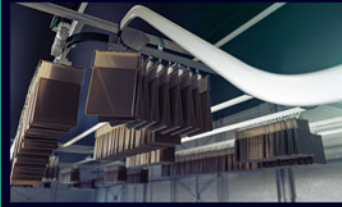


Benefit from the integration of the entire lifecycle of material handling equipment, plants and warehouses with the comprehensive Digital Twin

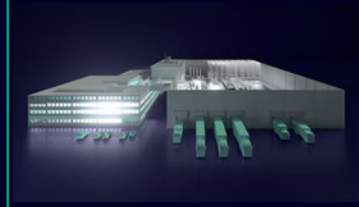
Accelerate development and commissioning of new machines



Get an early proof of concept of complete intralogistics installations before realization

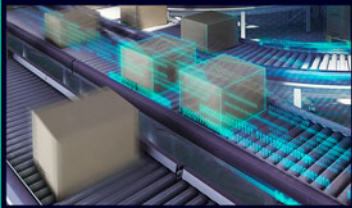


Shorten time to design holistic warehouse concepts and optimize material flow



Benefit from the integration of the entire lifecycle of material handling equipment, plants and warehouses with the comprehensive Digital Twin

Accelerate development and commissioning of new machines



Get an early proof of concept of complete intralogistics installations before realization

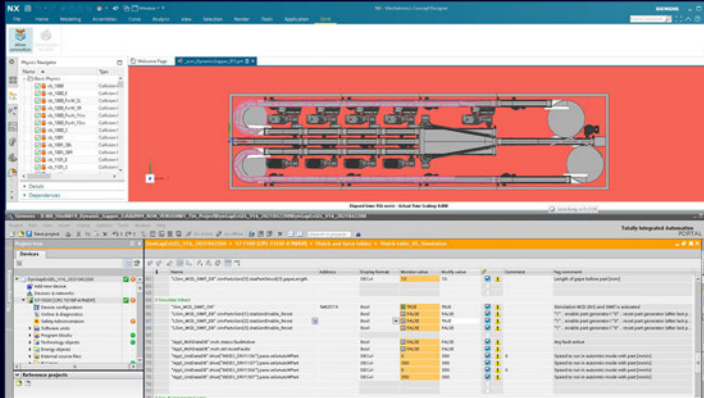


Shorten time to design holistic warehouse concepts and optimize material flow





Test and optimize hardware and software upfront with virtual commissioning with S7-PLCSIM Advanced, SIMIT and TIA Portal



Simulate your PLC code and **test it** with your digital Mechatronics Concept Designer model

Use SIMIT to send data telegrams from sensors of your virtual warehouse and **validate** your PLC codes responses

Save cost with **less time** required for commissioning on site

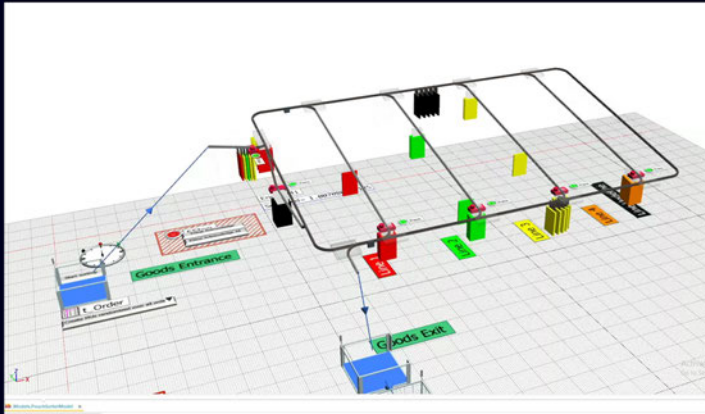
Benefit from the integration of the entire lifecycle of material handling equipment, plants and warehouses with the comprehensive Digital Twin

Accelerate development and commissioning of new machines

Get an early proof of concept of complete intralogistics installations before realization

Shorten time to design holistic warehouse concepts and optimize material flow

Simulate and optimize complete intralogistics installations before physical realization with Tecnomatix Plant Simulation



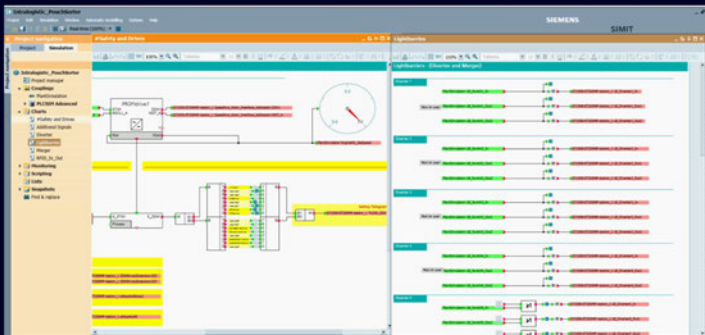
Analyze material flow and throughput, detect bottle necks and degree of capacity

Test further scenarios with a modular constructed and adaptable simulation model

Improve and shorten planning and commissioning time

Reduce investment cost through an early proof of concept

Test automation control logic virtually before uploading into the system with S7-PLCSIM Advanced, SIMIT and TIA Portal



Test the PLC code and check the **physical behavior** of the electrical devices

Simulate continuously **all functions** incl. PLC, drives, identification systems and safety functions

Save cost with **less time** for commissioning on site



Benefit from the integration of the entire lifecycle of material handling equipment, plants and warehouses with the comprehensive Digital Twin

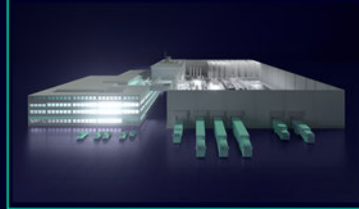
Accelerate development and commissioning of new machines



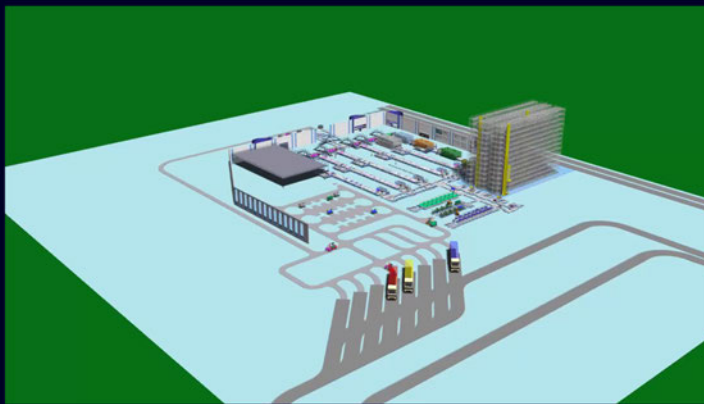
Get an early proof of concept of complete intralogistics installations before realization



Shorten time to design holistic warehouse concepts and optimize material flow



Shorten time to design holistic warehouse concepts and optimize material flow with Plant Simulation

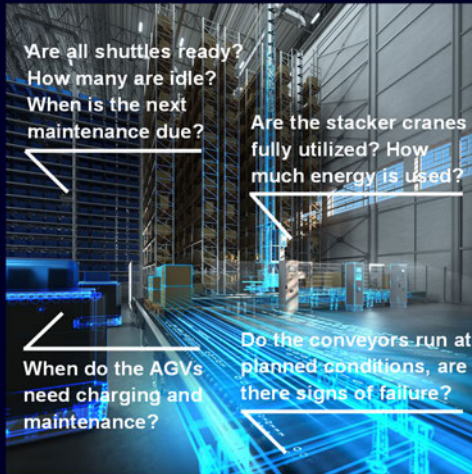


Visualize the future warehouse by exactly fitting it into the building and space available

Simulate different order types, using the speed and behavior of conveyors, robots and cranes exactly as in real life

Analyze and optimize by running simulations in high speed, identify workload and detecting bottlenecks

Ever increasing demands for speed, cost efficiency and flexibility put automated warehouse operations to the test



The rise of e-commerce leads to increased expectations to the performance of supply chains ...

- Delivery speed, delivery estimate accuracy and warehouse performance
→ Automated material handling systems and networked operations throughout the warehouse are mandatory
- Lack of qualified staff to cope with increasing automation
→ Complexity for interaction of human, automation and IT to be reduced
- Space utilization and (peak) output capability
→ Performance, maintainability and availability of the material handling system are key

Application know-how combined w/ data analytics is key to capture the benefits in Apps, to be tailored to Intralogistics

Conveying & Sortation Systems

- Track and analyze motor current using low frequency data. Differences in current consumption could indicate belt rupture
- Analysis of high-frequency data with Edge devices allows for more sophisticated predictive maintenance algorithms

§ Ensure **high performance** and **avoid unplanned stand-still**

Automatic Storage & Retrieval System

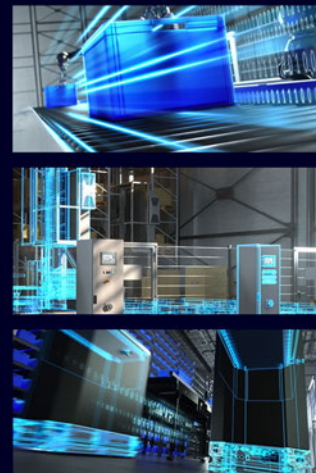
- Gather and analyze status, detect and display error / idle states
- Provide history on pick positions to verify storage strategy and minimize travel distances
- Analysis of high-frequency data with Edge devices can reveal wear & tear (e.g. linear guides, bearings)

§ **Detect bottle neck** systems, **minimize travel distances / increase output**, and **reduce energy consumption**

AGV

- Provide system information of vehicles, gather status and motion information from vehicles
- Detect critical patterns in motion and path planning, verify vehicle status

§ **10% reduction of maintenance cost**, **20% more transparency**





From edge to cloud – powering the convergence of IT and OT with Siemens Industrial IoT

IIoT as a service

with MindSphere

Maximize the benefits of industrial data with AI and advanced analytics in the cloud

Low-code platform

Mendix

Have application development capabilities at hand, even without coding experience

Edge computing

with Industrial Edge

Leverage machine data in real time and at scale to improve processes

Monitor and optimize your connected machines from the cloud with MindSphere, the Industrial IoT as a service solution

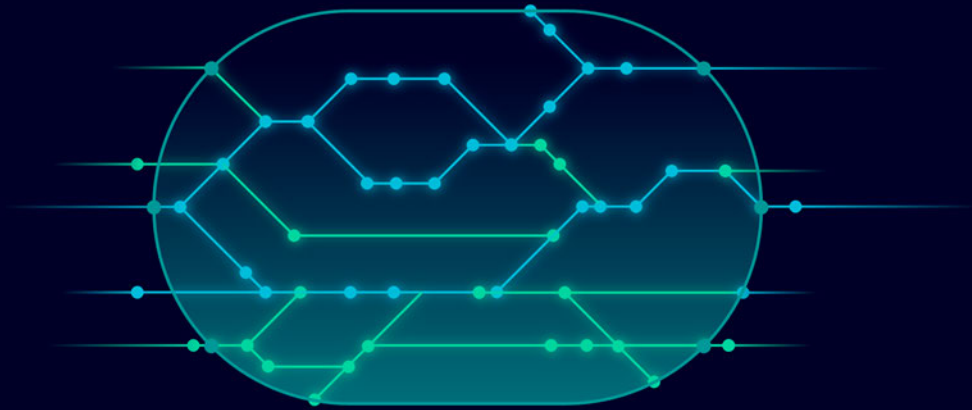


Monitor your warehouse performance from your office, the workstation at the machine or a mobile device

High security guarantees the **safety** of your data

Improve performance and avoid downtimes watching

Every digital transformation needs a first step –
follow the digital threads



Thank you!

Logistikwerkstatt Graz 2021





Bedeutung der Virtuellen Inbetriebnahme von Fördertechnik für die Paketvereinzelung

Intralogistik weiterdenken mit Digitalisierung

Dr.-Ing. Domenik Prims



Dr.-Ing.

Domenik Prims

- Siemens Logistics GmbH
- R&D Project Manager
Research & Development



Bedeutung der Virtuellen Inbetriebnahme von Fördertechnik für die Paketvereinzelung

Intralogistik weiterdenken mit Digitalisierung

Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Inhaltsverzeichnis



Bedeutung der Virtuellen Inbetriebnahme von Fördertechnik für die Paketvereinzelung
 Intralogistik weiterdenken mit Digitalisierung
Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Siemens Logistics
 Kurzes Firmenportrait
Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Portfolio Paketlogistik
 Ein Überblick
Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Siemens Visicon
 Technologie zur Paketvereinzelung
Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Digital Twin @ SL
 Ebenen des Digital Twins
Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Simulation Visicon
 Einsatz des Digital Twins für die Produktentwicklung
Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Seite 2 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Siemens Logistics

Kurzes Firmenportrait

Seite 3 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Unser Unternehmen im Überblick



Hauptsitz in Konstanz, Deutschland
100% Tochtergesellschaft der Siemens AG
Zusätzliches Headquarter in Dubai für Flughafen und Cargo



Über 50 Jahre Erfahrung
> 3.200 Mitarbeiter weltweit



Umfangreiches Portfolio:

- Logistik für Gepäck und Cargo
- Logistik für Brief und Paket
- Digitale Lösungen
- Customer Services



Niederlassungen in > 20 Ländern
Tochtergesellschaft:
• AMLaG GmbH

Seite 4 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS



Portfolio Paketlogistik

Ein Überblick

Seite 5 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Portfolio Paketlogistik Lösungen zur Sortierung von Paketen – von kleinen bis zu großen

- Flexible Lösungen und Produkte für den gesamten Paketsortierprozess
- Entladelösungen
- Fördertechnik
- Vereinzeln
- Aufteilen und Einschleusen
- Sortierung und Verteilendstellen
- Beladelösungen
- Automatisches Lesen und Codieren
- Systemdesign und -integration
- Effiziente Systeme und intelligente Software für maßgeschneiderte Sortierlösungen
- Service-Angebot von der Installation und Inbetriebnahme bis zur Wartung und Modernisierung
- Innovative Lösungen für Material Handling



Seite 6 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Portfolio Paketlogistik Produkte entlang der Prozesskette des Umschlags im Paketzentrum

Unloading	Conveying	Singulation	DWS	Divert & Induct	Sorting	Loading
 VarioReach TCB1000 Telescopic Conveyor Belted (US)	 VarioBelt SmartMotion	 Visicon Singulator	Umfangreiche Software-Lösungen	 Semi-automatic Induction SAI	 VarioSort EXB Single	 VarioReach TCG1000 Telescopic Conveyor Gravity (US)
 RUBUS Stream Flow (US)	 VarioBelt ParcelMotion (US)	 Visicon Polaris		 High-Speed Induction HSI	 VarioSort EXB Twin	
 RUBUS Bulk Flow (US)		 Visicon Capella		 VarioRoute (Divert, Merge)	 ABMS Automated Bag Management System (US)	

Seite 7 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Siemens Visicon

Technologie zur Paketvereinzelung

Seite 8 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS



Siemens Visicon Überblick

- 84 einzeln ansteuerbare Fördergurte
(Abstandsvergrößerung durch Beschleunigungsdifferenzen)
- Einbindung eines Vision-Systems in die Band-Regelung
- Durchsatz: max. 12.000 Pakete pro Stunde bei kleinen Paketen
- Upstream-Module vor Visicon zur Vorbereitung der Vereinzelung und Downstream-Fördertechnik dahinter zur Nachbearbeitung



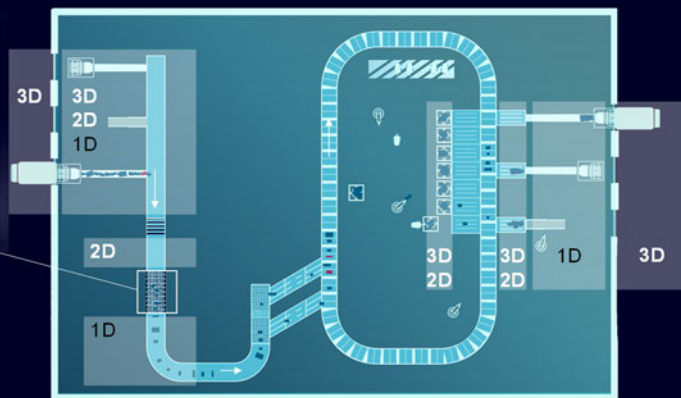
Anforderungen der Paketdienstleister an Vereinzelungstechnologie nehmen mit dem jährlich steigenden Sendungsvolumen zu (Trendentwicklung E-Commerce)



Seite 9 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Siemens Visicon Einbindung des Produktes in das Paketsortierzentrum



© Siemens Logistics GmbH

Seite 10 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Digital Twin @ SL

Ebenen des Digital Twins

Seite 11 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Digital Twin @ SL Ebenen des Digital Twins

	Produkt	Sub-System	System
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> Vereinzelung mit Visicon Flow-Splitter VarioRoute Quergurtsorter VarioSort 	<ul style="list-style-type: none"> Systeme zur Pulk-Vereinzelung Speicherendstellen Arbeitsstationen 	<ul style="list-style-type: none"> Fahrerlose Transportsysteme ("AGV") Paketsortierzentren Gepäckumschlag am Flughafen
Abbildung			
Fokus	<ul style="list-style-type: none"> Unterstützung bei der Entwicklung neuer Produkte Reduzierung von Risiken bei der Konstruktion und Entwicklung neuer Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> Untersuchung der Wechselwirkung von Produkten Schnittstellen-Untersuchungen Optimierung des Durchsatzes und der Steuerungslogik (SPS) 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse des Materialflusses mit Verknüpfung aller Quellen und Senken Simulation des Verhaltens komplexer Logistiksysteme Künstliche Erzeugung verschiedener Last-Szenarien (Bsp.: Schiefasten)

Seite 12 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

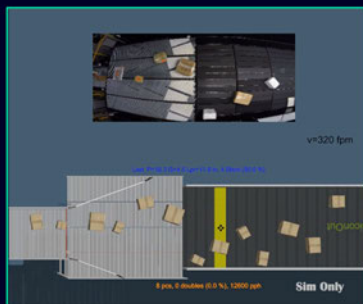
Simulation Visicon

Einsatz des Digital Twins für die Produktentwicklung

Seite 13 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Simulation Visicon Simulation der Paketvereinzelung mit dem Siemens Visicon



- Physik-basiertes Modell der Vereinzelung mit dem Visicon
- Modell enthält reale Software zur Steuerung (Emulation)
- Produktoptimierungen und Simulation von (Sub-) Systemen möglich
- Digitaler Zwilling der Testumgebung zur virtuellen Inbetriebnahme von aktuellen Kundensystemen

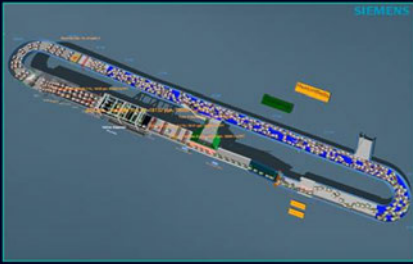


**Weiterentwicklung des Visicon
für Durchsatz bis zu 18k Paketen
pro Stunde mit Digital Twin**

Seite 14 Öffentlich | © Siemens Logistics 2021 | D. Prims | R&D | 08.10.2021

SIEMENS

Simulation Visicon Factory Acceptance Test mit 18.000 Paketen pro Stunde Durchsatz



- Umbau der Testumgebung für 18k-Test inkl. Konzept für Paketsteuerung des 1D-Paketstroms
- Abbildung des Umbaus mit Digital Twin
- Einsatz des Digital Twins für Optimierung der Steuerung inkl. Berücksichtigung der Up-/Downstream-Module
- Übertragung der Parameter-Sets vom Digital Twin an die reale Testumgebung

- Umbau der Testumgebung für 18k-Test inkl. Konzept für Paketsteuerung des 1D-Paketstroms
- Abbildung des Umbaus mit Digital Twin
- Einsatz des Digital Twins für Optimierung der Steuerung inkl. Berücksichtigung der Up-/Downstream-Module
- Übertragung der Parameter-Sets vom Digital Twin an die reale Testumgebung

Kontakt

Siemens Logistics GmbH

Domenik Prims
R&D Project Manager
Research & Development
Lilienthalstraße 16/18
78467 Konstanz
Deutschland

E-Mail domenik.primis@siemens-logistics.com
www.siemens-logistics.com





Robotics und AI in der Intralogistik

Roman Schnabl

Roman Schnabl

- Vice President Product Management bei KNAPP AG



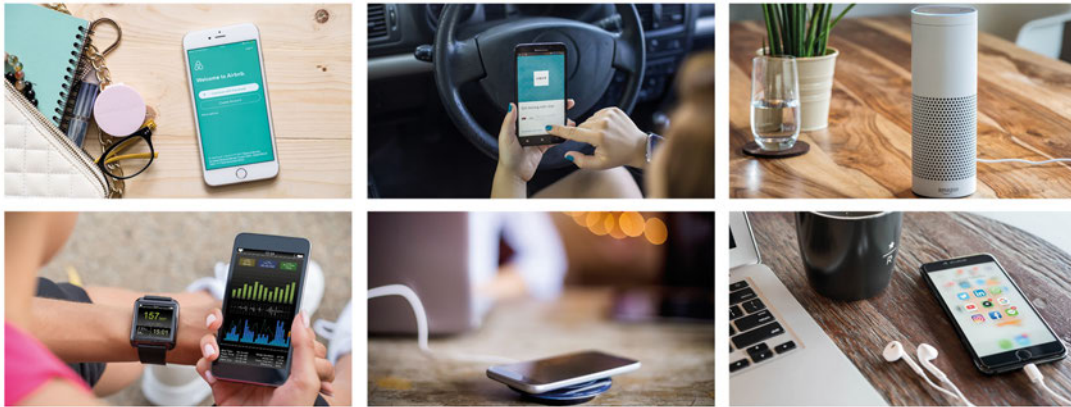
The world is
changing...



Megatrends

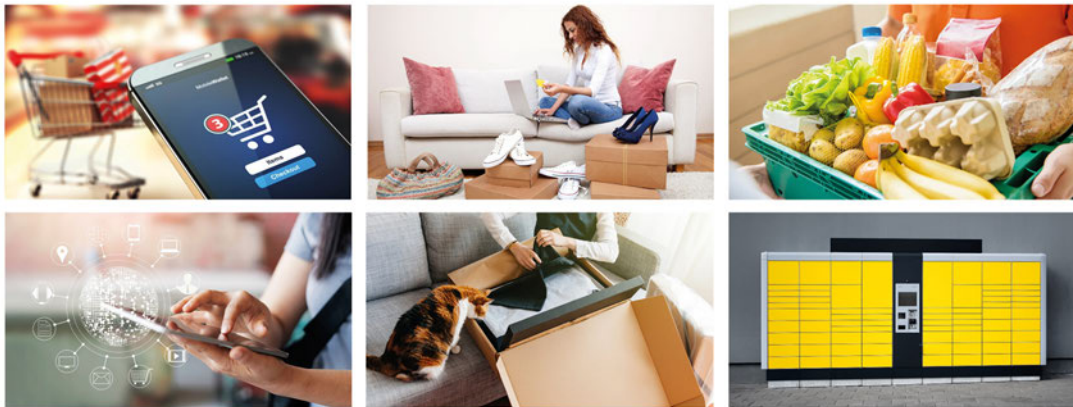


The world is changing





Changing consumer behavior

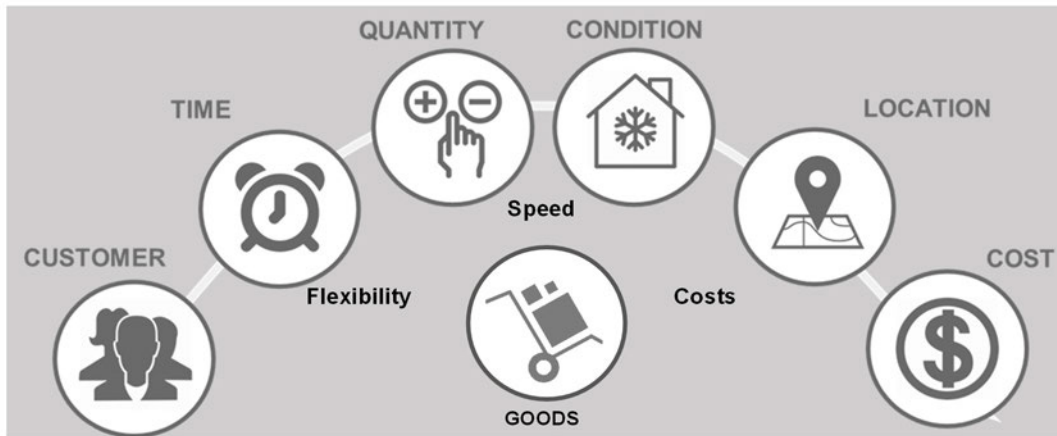


knapp.com

Supply Chain is changing...



Supply chain \Rightarrow value chain



knapp.com

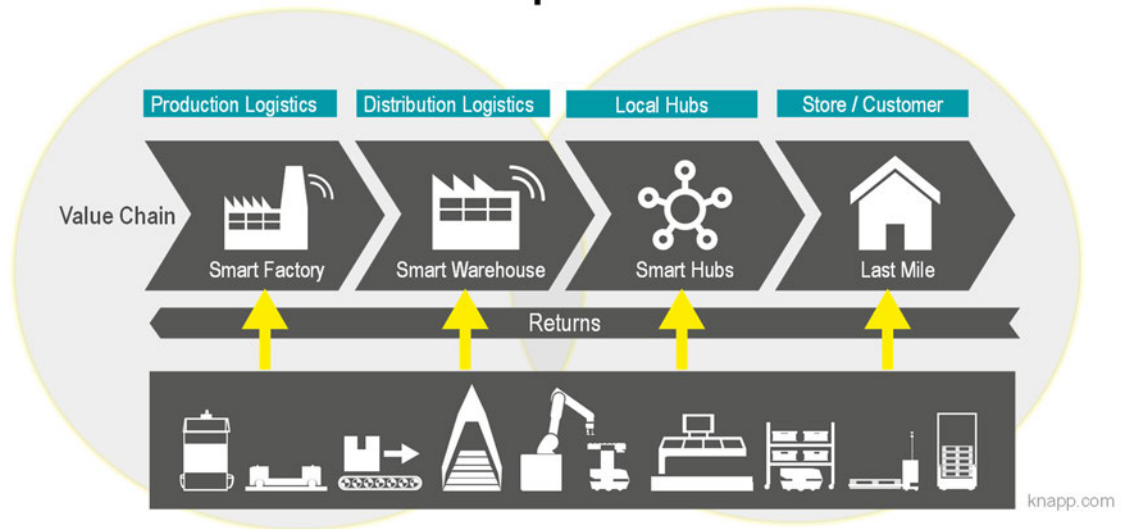
Changing technologies



knapp.com



Value-Chain tech partner



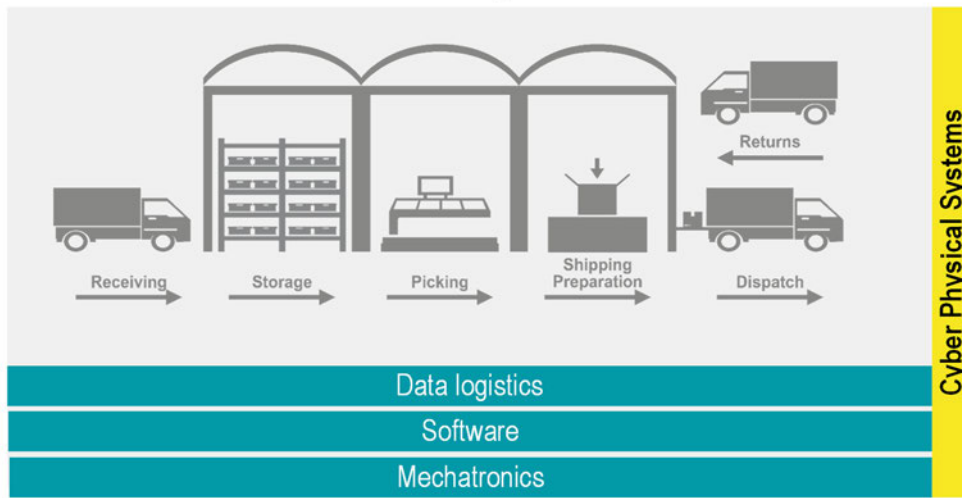
Starting from
handy tools...





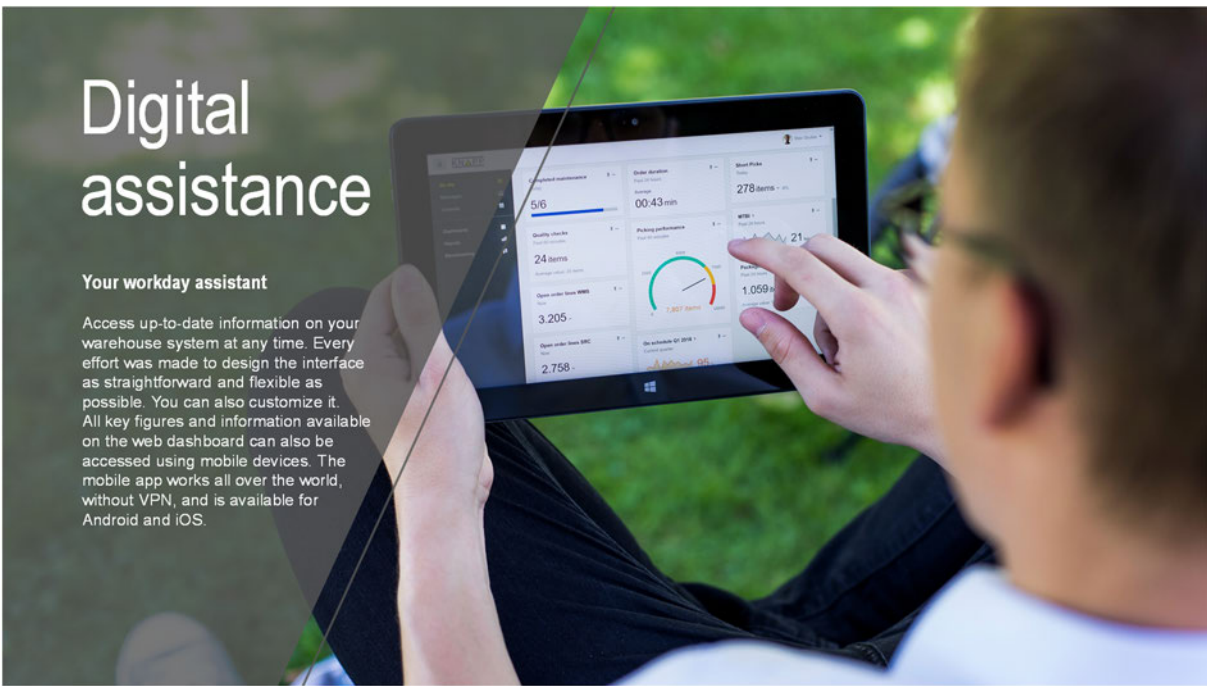


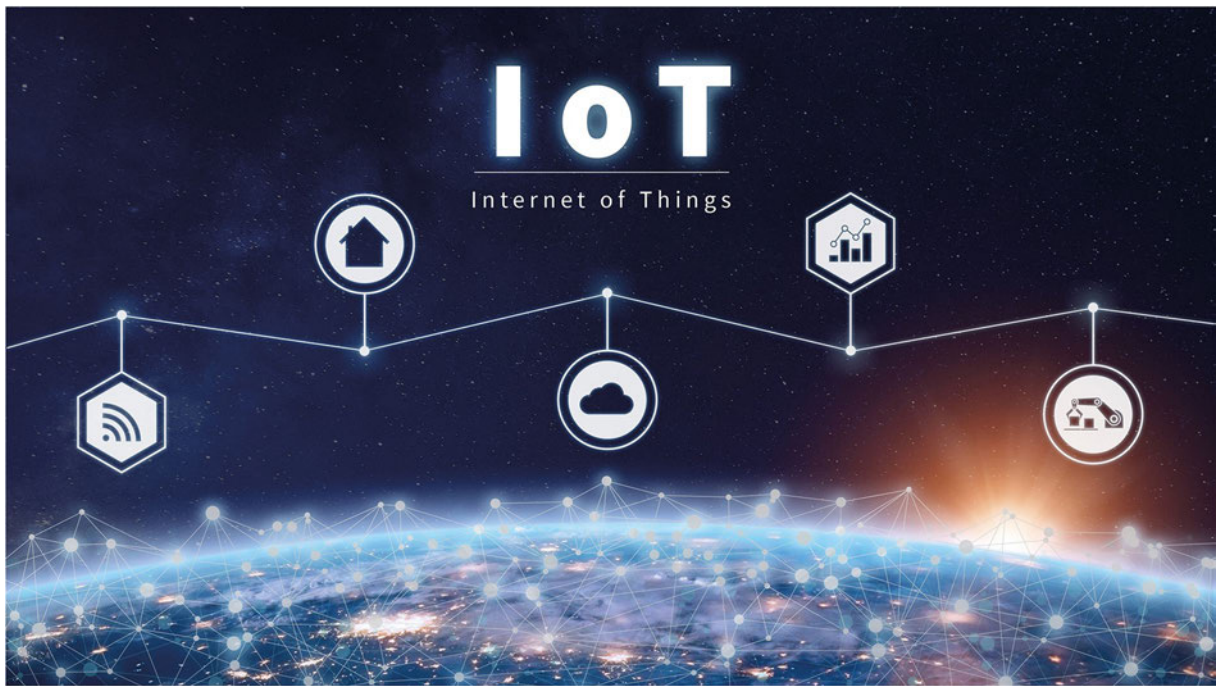
Value-Chain tech partner



knapp.com







Robotics is big news today!




knapp.com

Software and AI

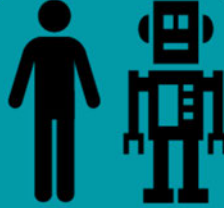





Types of AI



Narrow AI
Dedicated to assist with or take over specific tasks



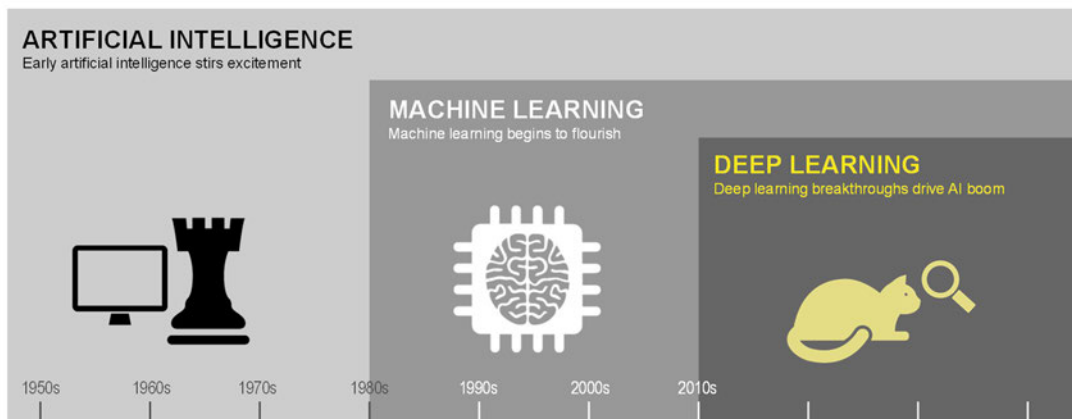
General AI
Takes knowledge from one domain. Transfers to other domain



Super AI
Machines that are an order of magnitude smarter than humans

knapp.com

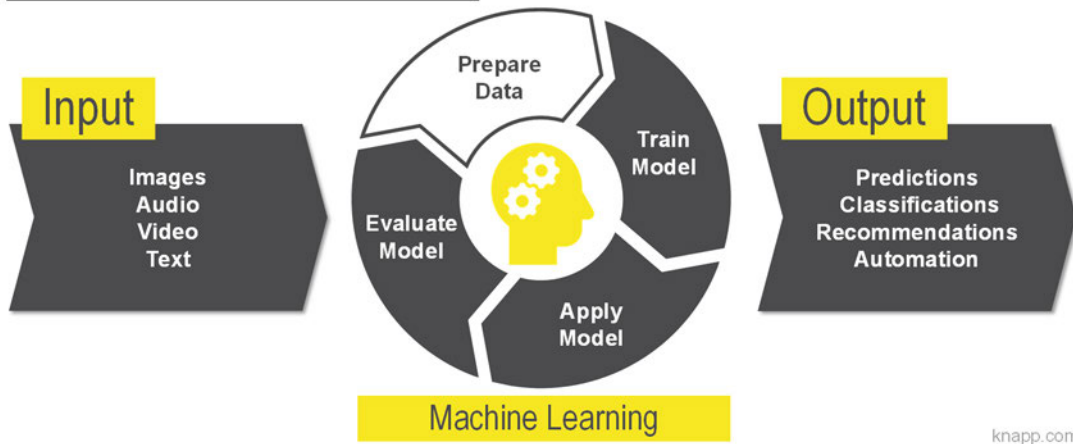
Classification



knapp.com

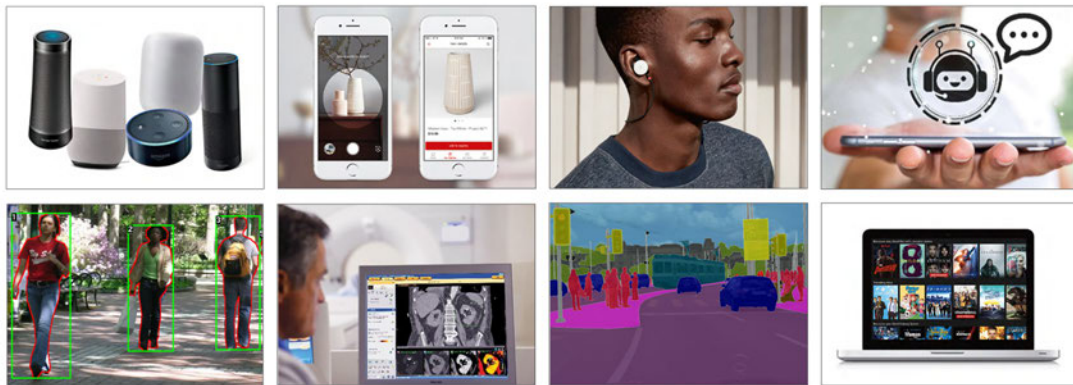
Machine Learning?

Machines learn without being explicitly programmed



knapp.com

AI – some examples

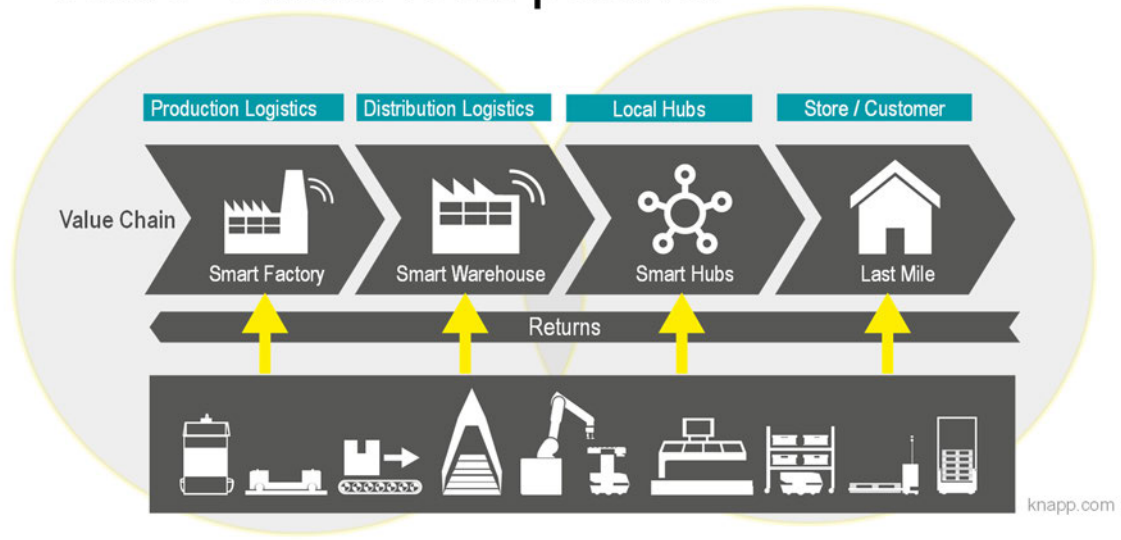


1. Heavy
2. TechCrunch
3. Google
4. Chatbot Stock Adobe
5. www.cis.upenn.edu
6. www.medizin-und-Elektronik.de
7. Medium.com
8. Business Insider

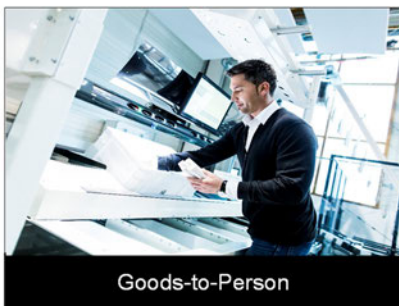
knapp.com

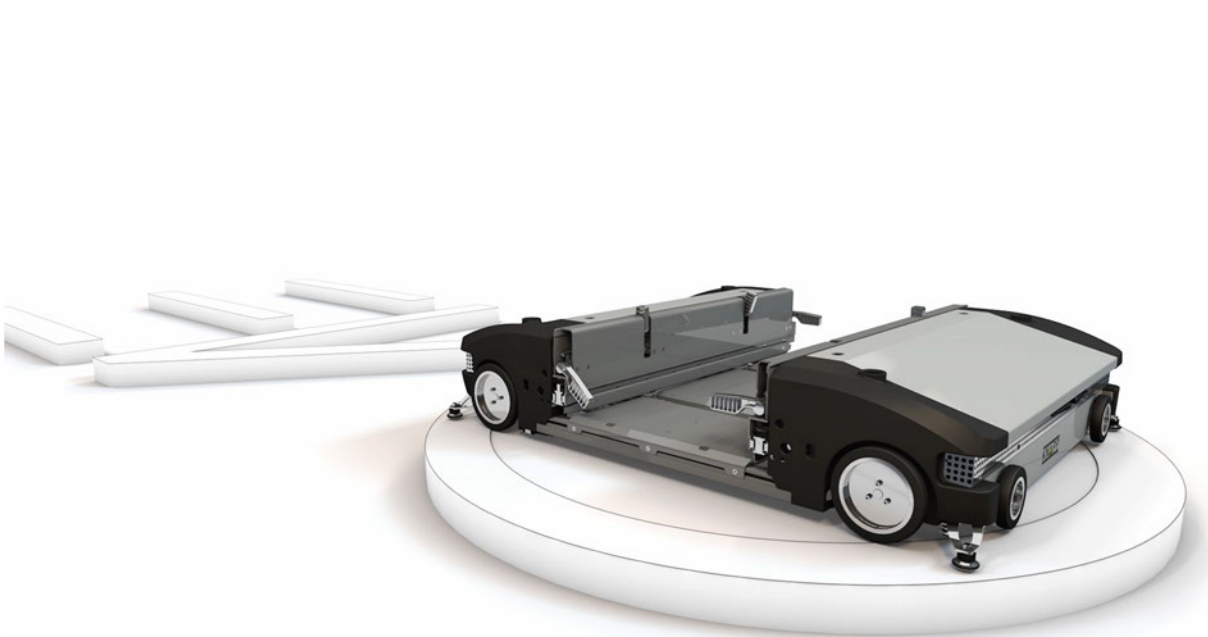


Value-Chain tech partner



Goods-to-person picking









Flexibility

"...able to adapt to changing circumstances,
agile in decision making"
Source: Duden

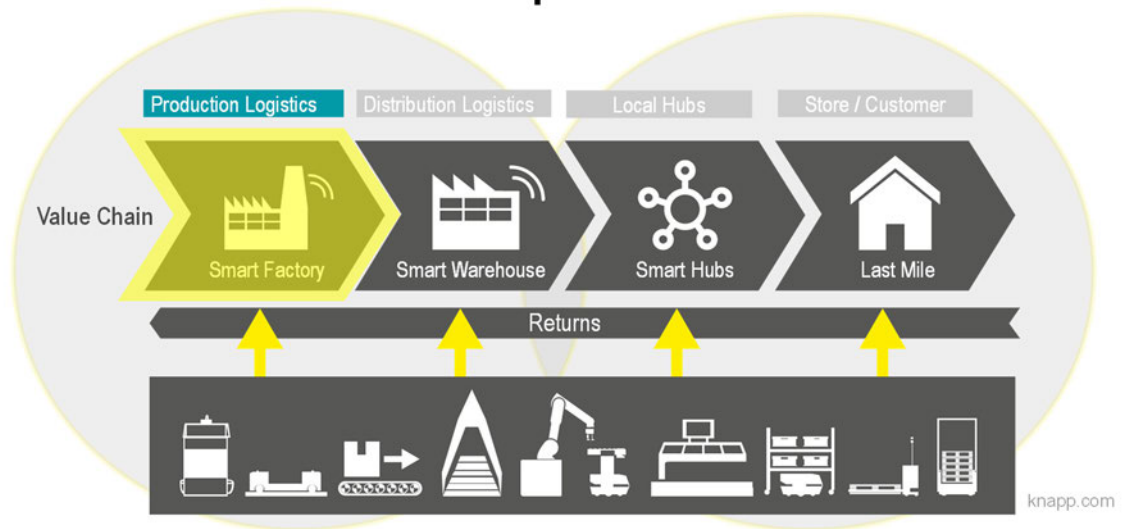
Open Shuttle



knapp.com



Value-Chain tech partner



Production – PANKL Racing (Austria)



knapp.com

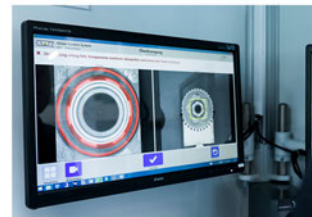
Smartdesk

The AI-based **real-time feedback system** with which the smartdesk is equipped monitors the assembly of the gearboxes and thus implements a **zero-error strategy** and continuous **traceability** in the assembly process as well



Smartdesk

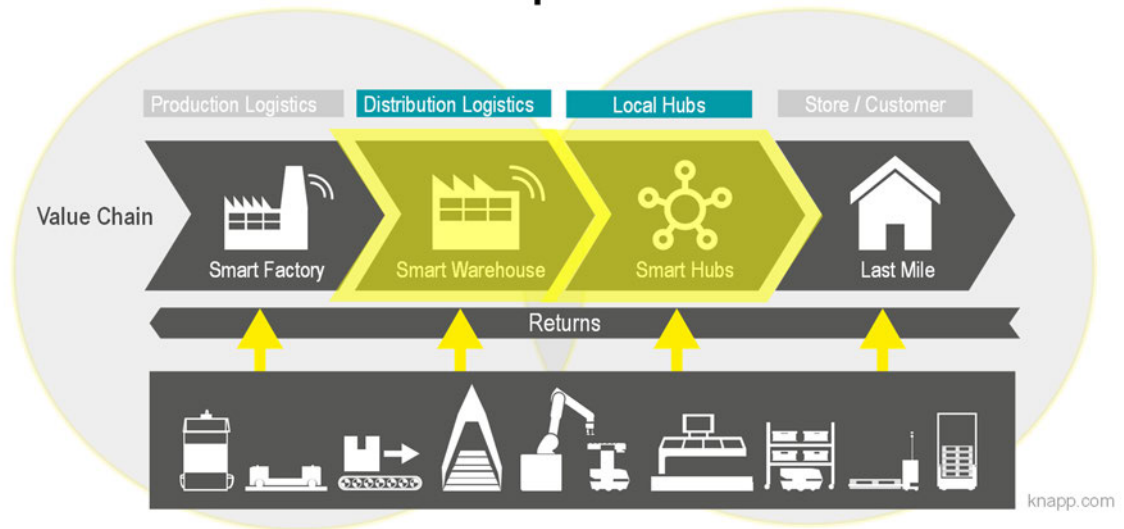
Image recording takes place after each assembling step
A check is made as to whether the parts have been assembled correctly or not
The result is displayed immediately on the station screen
The smartdesk was awarded as **“Best Product 2021”** by LogiMAT.



knapp.com



Value-Chain tech partner

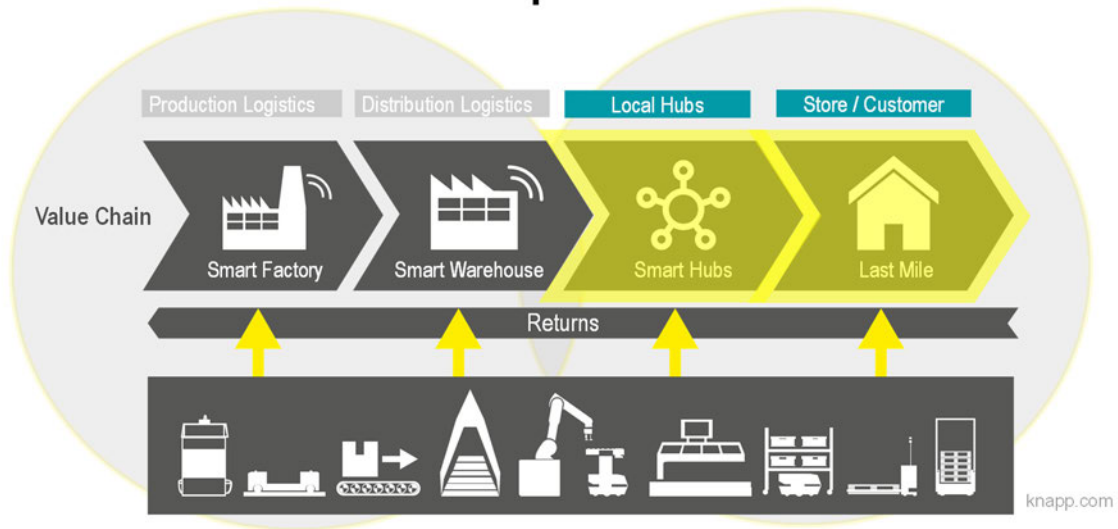


Distribution - KRAMP



knapp.com

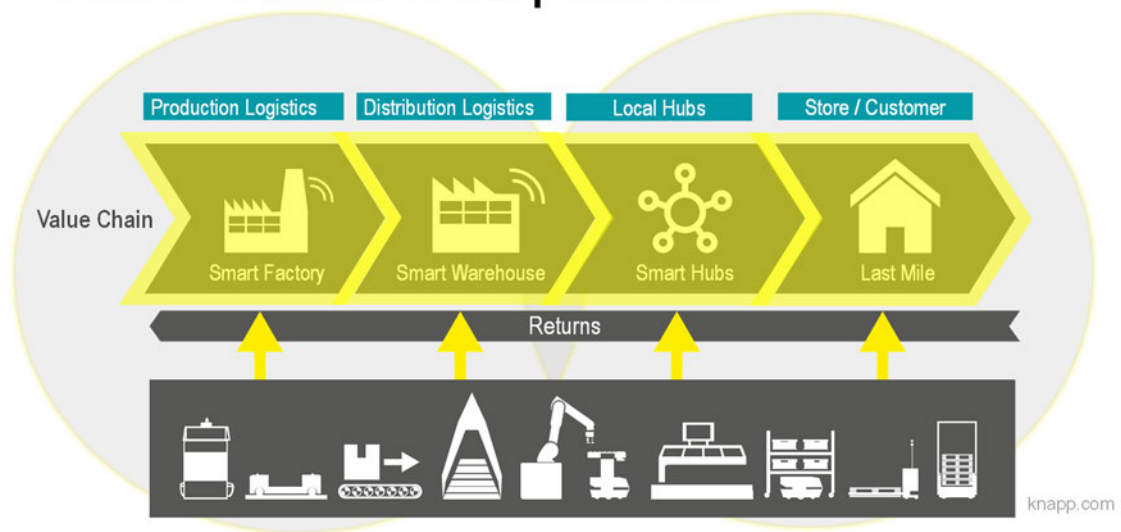
Value-Chain tech partner

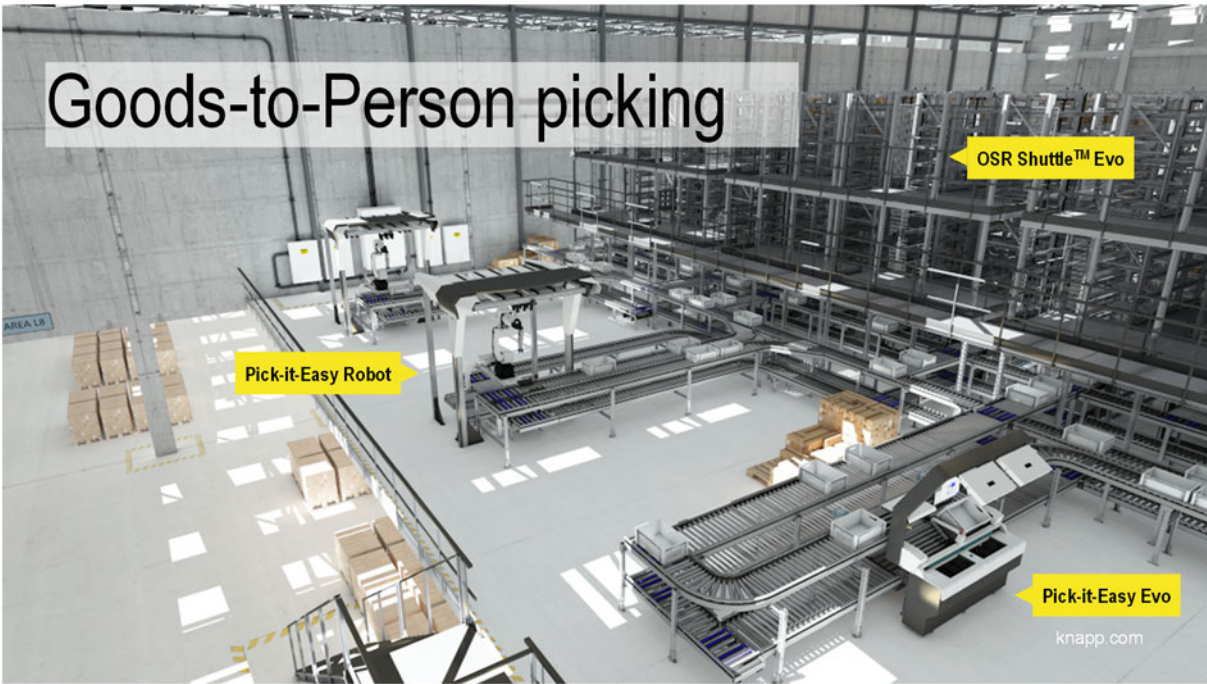


MFC / Smart Stores



Value-Chain tech partner



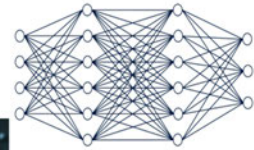




AI Robotics

```

If Number = 1 Then
  Count1 = Count1 + 1
Else
  If Number = 2 Then
    Count2 = Count2 + 1
  Else
    If Number = 3 then
      Count3 = Count3 + 1
    Else
      CountX = CountX + 1
    End If
  End If
End If
    
```



Traditional programming



Data-driven deep learning

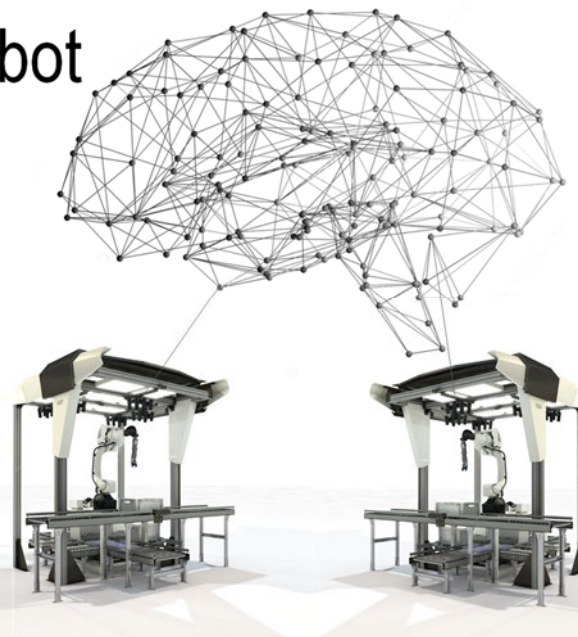
knapp.com

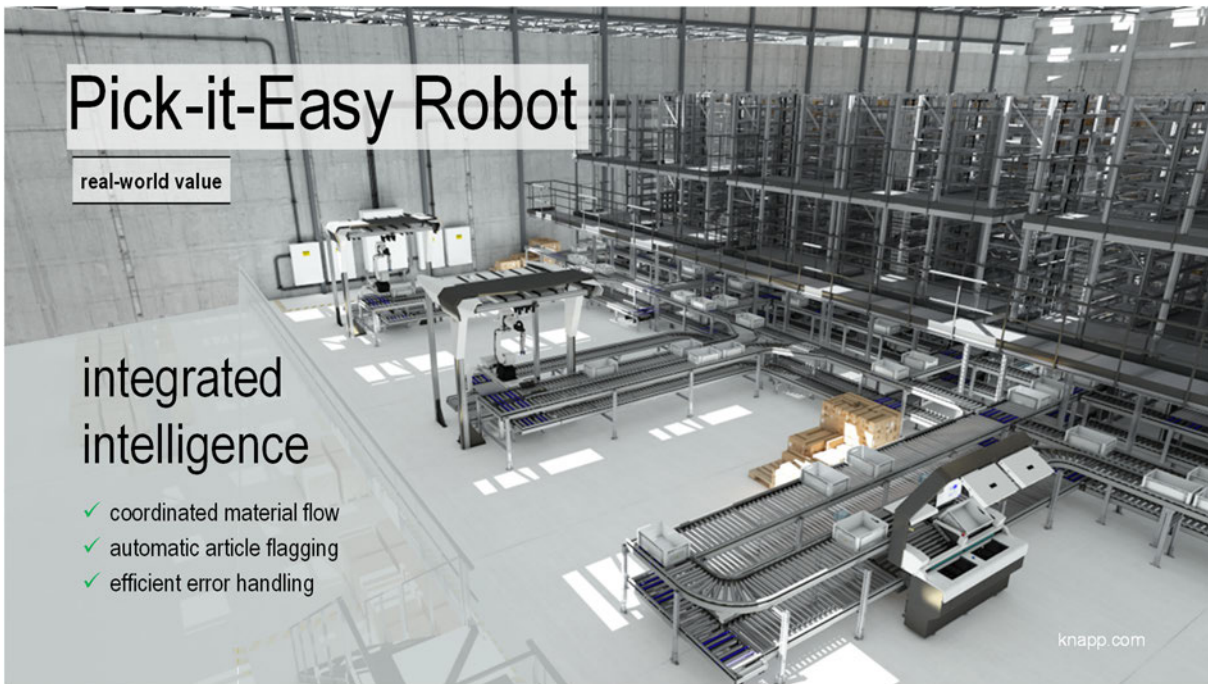
Pick-it-Easy Robot

real-world value

collective learning

- ✓ cloud robotics
- ✓ continuous improvement
- ✓ data security concept









E-Commerce: Chancen aus der Perspektive der Österreichischen Post AG

Andrea Pilz-Kapfinger; Moritz Kainz

Andrea Pilz-Kapfinger

- Leiterin Logistikzentren Region Mitte der Post AG

Moritz Kainz

- Qualitätsmanagement Region Mitte der Post AG



ÖSTERREICHISCHE POST – „A NEW DEAL / A GREEN NEW DEAL“

E-MOBILITÄT

DEPRESSION

COVID 19 – LOCK DOWN - ZUSTELLUNG

KRITISCHE INFRASTRUKTUR – „HELDEN“ – DIENSTLEISTER - BUNDESHEEREINSATZ

KUNDENBEDÜRFNISSE

PAKETBOOM – ONLINE-BESTELLUNG – KAPAZITÄTEN – HOCHSAISON

KOMMUNIKATION

DIGITALISIERUNG

STÄRKUNG DER ORGANISATION

PERSONAL

3

ÖSTERREICHISCHE POST IM ÜBERBLICK

Brief & Werbepost	Paket & Logistik	Filiale & Bank
<ul style="list-style-type: none"> – Briefpost – Werbesendungen – Zeitungen und Magazine 	<ul style="list-style-type: none"> – Pakete und Express – Fulfillment und Werttransport – E-Commerce Services 	<ul style="list-style-type: none"> – Filial- und Finanzdienstleistungen – Kund*innenservices

Konzern

Umsatz 2020: 2.189 Mio EUR

EBITDA 2020: 303 Mio EUR

EBIT 2020: 161 Mio EUR

Umsatzanteil H1 2021

1.260 Mio EUR Umsatz

4

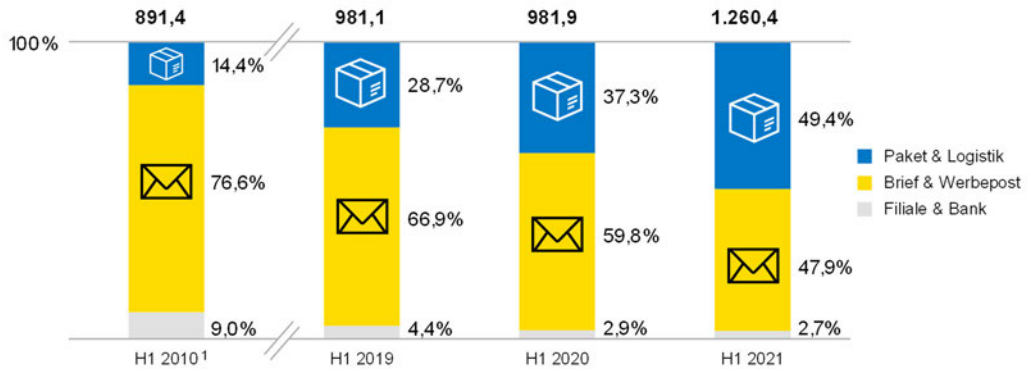


KONTINUIERLICHE STRUKTURVERÄNDERUNG



Konsequente Strategieumsetzung ermöglicht ausgewogene Positionierung

Brief und Paket als starke Säulen
Umsatzerlöse in Mio EUR



¹Angepasste Darstellung – ohne trans-o-flex

ÜBERBLICK H1 2021



COVID-19

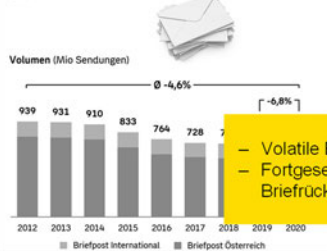
- Erholung der wirtschaftlichen Aktivitäten vieler Kund*innengruppen
- Weiterhin Beeinträchtigung durch Einschränkungen und Unsicherheiten



Trends

- Gute Volumenentwicklung
- Sondereffekte bei Logistikdienstleistungen

1 BRIEFPOST

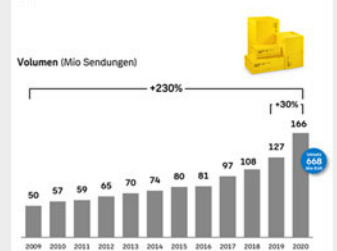


- Volatile Entwicklung
- Fortgesetzter Briefrückgang

1 WERBE-/MEDIENPOST IN ÖSTERREICH



1 GUTES WACHSTUM IM PAKETGESCHÄFT



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

7

1 INVESTITIONEN IN DIE LOGISTIKINFRASTRUKTUR

Logistikzentrum Tirol



104.000 m² Grundstück

INBETRIEBNAHME
Q3 2021

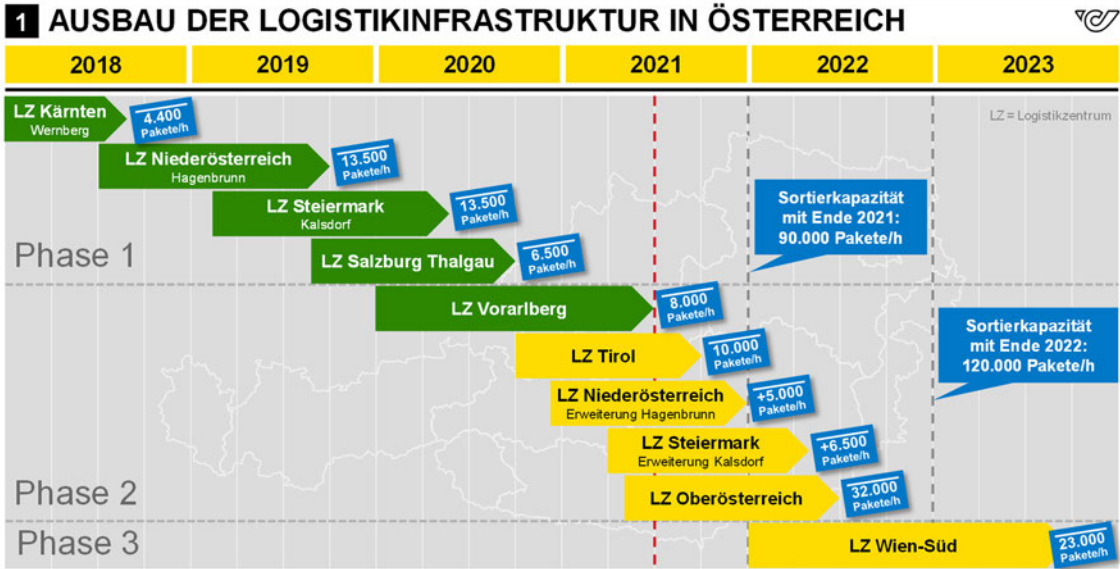
Logistikzentrum Oberösterreich



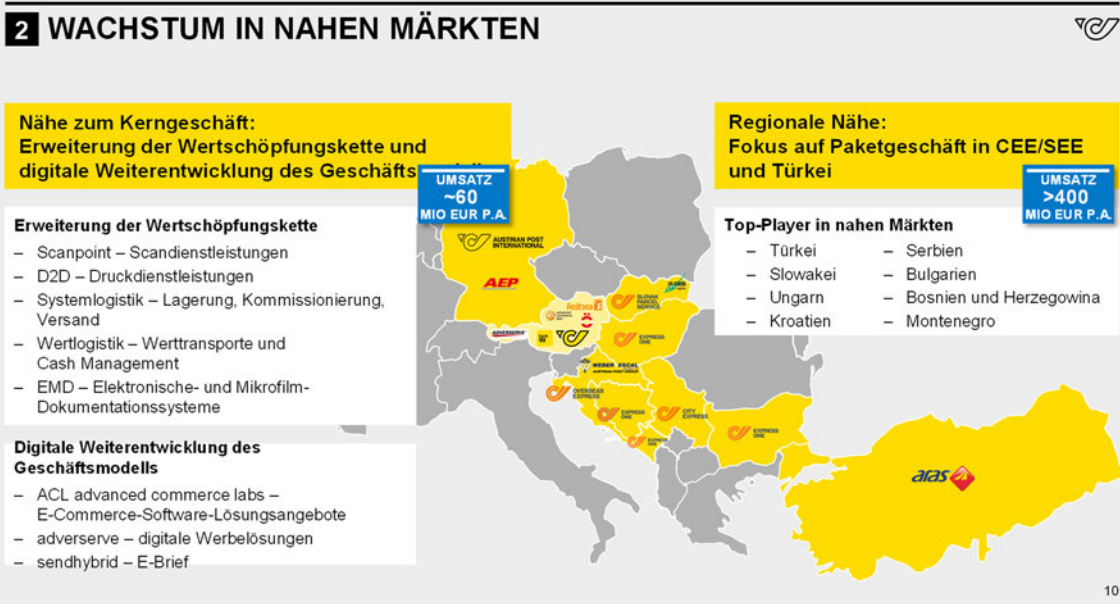
126.000 m² Grundstück

INBETRIEBNAHME
2022

* 2015-2017 inklusive CAPEX/neue Unternehmenszentrale
PRESSEKONFERENZ Unternehmenskommunikation, 12. August 2021



9



10

TÜRKEI: ÖSTERREICHISCHE POST PFLANZT 68.000 BÄUME



Baumpflanzaktion in der Türkei im Rahmen des Welttags für Wüstenbildung

- In Kooperation mit Aegean Forest Foundation und Tochtergesellschaft Aras Kargo
- In Summe 68.000 Bäume



Aegean Forest Foundation
Next Generations should not say "There are No Forests"

Desertification & Drought Day 17 JUNE 2021



Restoration. Land. Recovery.
We build back better with healthy land

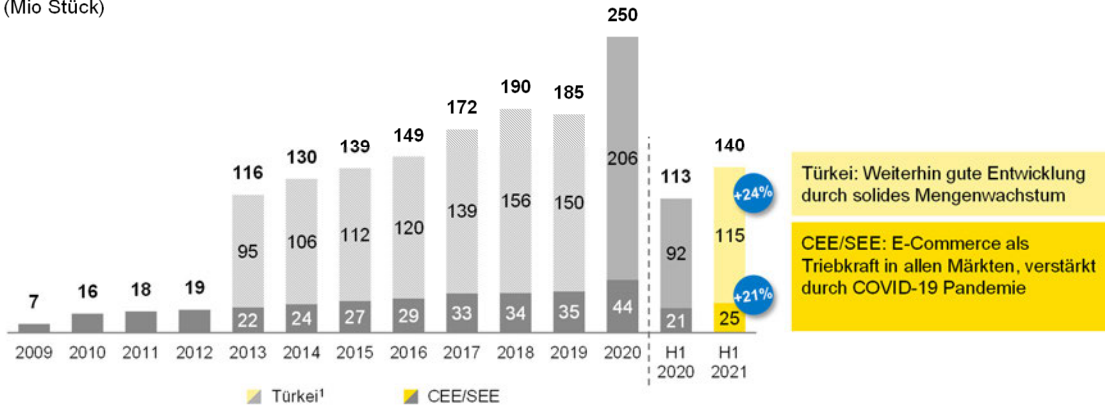


11

2 INTERNATIONALE PAKETMÄRKTE DER ÖSTERREICHISCHEN POST MIT KONTINUIERLICHEM ZUWACHS



Paketvolumen Türkei & CEE/SEE
(Mio Stück)



¹Inklusive Dokumente, Vollkonsolidierung der Gesellschaft ab 25. August 2020 (davon 25% Beteiligung)

12

2 ARAS KARGO



Aras Kargo im Porträt

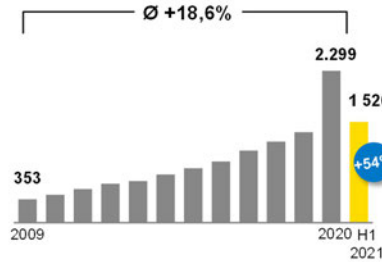
- Top-Player am türkischen Paketmarkt
- 6.500 Mitarbeiter*innen (VZK), 47 Logistikstandorte
- 900 Filialen und über 5.000 Fahrzeuge
- 115 Mio Pakete und Dokumente in H1 2021 (+24%)

Finanzkennzahlen

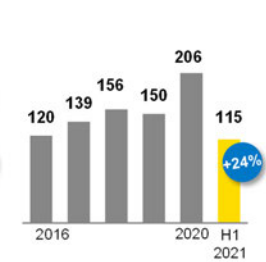
- Umsatz H1 2021: 1.526 Mio TRY (161 Mio EUR)
- Vollkonsolidierung per 25. August 2020
- Unternehmen mit starker Bilanz, keine Kreditverbindlichkeiten



Umsatzerlöse (Mio TRY)



Sendungsvolumen (Mio Stück)



13

3 shöpping – ATTRAKTIVE CHANCE FÜR EINSTIEG IN E-COMMERCE



Online-Marktplätze boomen
 ↑ Bedeutung für Händler*innen steigt ↑

Digital Visibility Report 2021

- Analysiert Suchmaschinen-Sichtbarkeit des heimischen Handels
- Erstmals ein österreichischer Marktplatz im Ranking vertreten: shöpping



Marktplatzstudie 2021

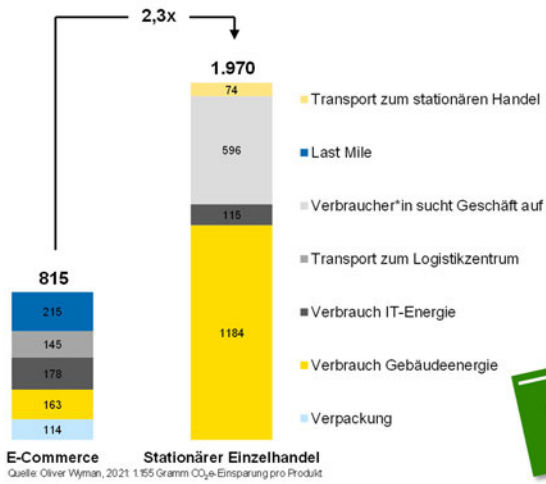
- Heimische Webshops verdienen 56% ihrer Umsätze über Plattformen
- Bedeutung von Plattformen nimmt deutlich zu
- 59% der befragten Händler*innen setzen bereits darauf
- 70% derjenigen, die noch nicht auf Marktplätzen sind, wollen diesen Kanal in Zukunft bespielen
- shöpping zählt zu den bekanntesten Plattformen
- shöpping zählt zu jenen Plattformen, auf denen Händler*innen die besten Erfahrungen gemacht haben

Quelle: Handelsverband und itago. Wie sichtbar sind österreichische Händler in der Google Suche? – Digital Visibility Report für den Einzelhandel 2021, 2021

Quelle: Handelsverband, TU und Uni Wien, Marktplatzstudie, 2021

14

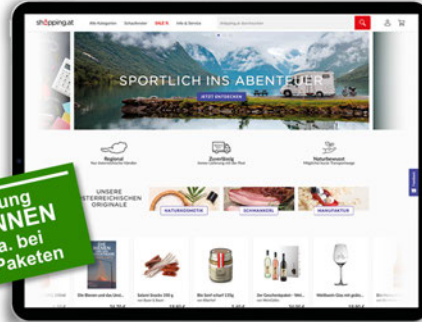
3 shöpping – ÖSTERREICHS GRÖSSTER ONLINE-MARKTPLATZ



Ökologischer Vorteil von shöpping:

- Nur regionale österreichische Händler*innen
- CO₂-Neutralität seit 2021

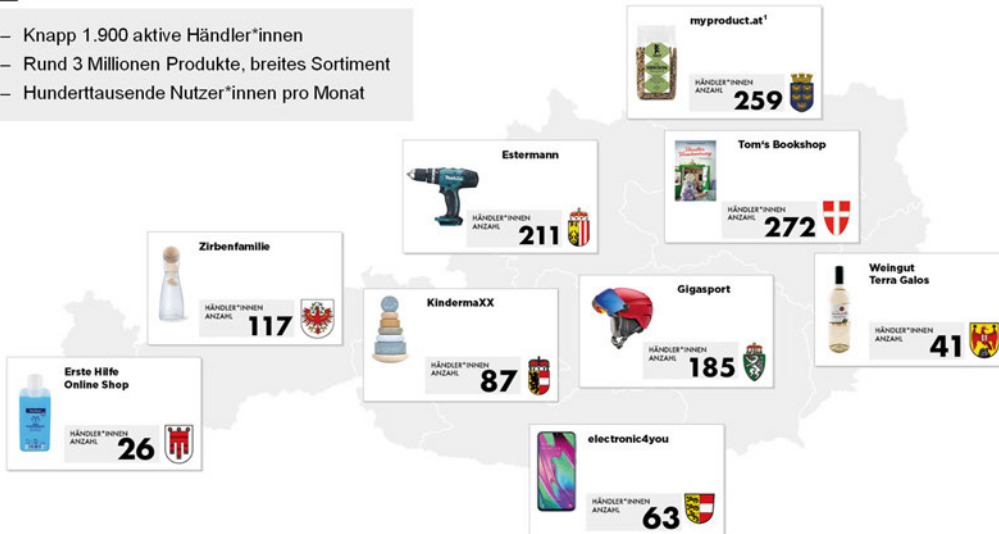
Einsparung 578 TONNEN CO₂e p.a. bei 500.000 Paketen



3 shöpping – ÖSTERREICHS GRÖSSTER ONLINE-MARKTPLATZ

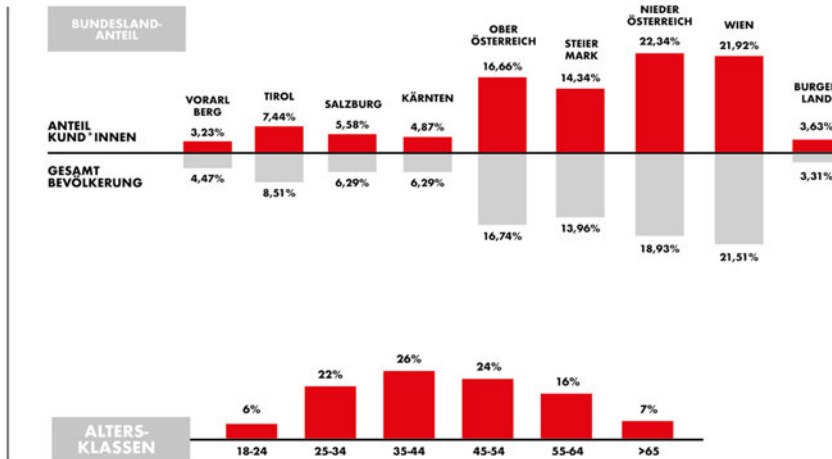


- Knapp 1.900 aktive Händler*innen
- Rund 3 Millionen Produkte, breites Sortiment
- Hunderttausende Nutzer*innen pro Monat



¹600 weitere Kleinproduzent*innen durch die Kooperation von shöpping mit myproduct.at

3 shöpping – KUND*INNENDEMOGRAPHIE

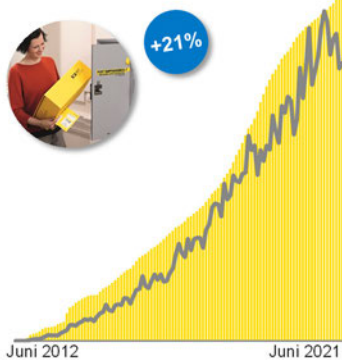


17

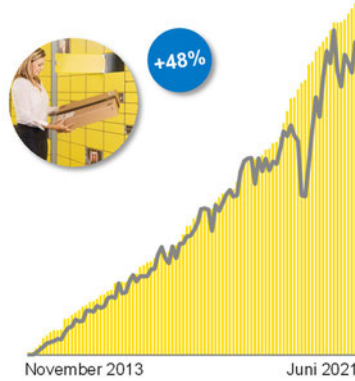
3 SB-ZONEN: INNOVATIVE SERVICES FÜR VERSAND UND EMPFANG



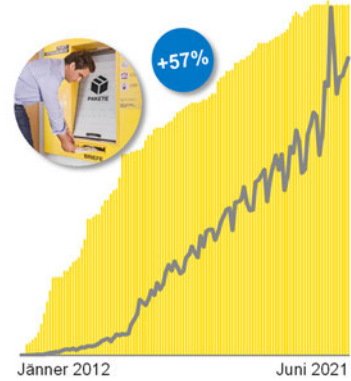
H1 2021: >2,3 Mio Sendungen
55.269 Empfangsboxen



H1 2021: >2,8 Mio Sendungen
91.101 Fächer in Abholstationen



H1 2021: >4,5 Mio Sendungen
464 Versandboxen



● H12021vs.H12020 ■ Anzahl SB-Lösungen — Sendungen/Monat

18

NACHHALTIGE STRATEGISCHE ZIELE 2030



Wirtschaft & Kund*in

- Wachstumskurs fortsetzen
3 Mrd EUR Umsatz in 2030 basierend auf stetigem Paketwachstum



Umwelt & Klima

- Dearbonisierung der Logistik:
 - 40% Verminderung der absoluten CO₂-Emissionen
 - 70% Verminderung der spezifischen CO₂-Emissionen
 - 100% CO₂-freie Zustellung in Österreich



Mensch & Soziales

- Toparbeitgeberin durch ein sicheres und vielfältiges Arbeitsumfeld
40% Frauen in leitenden Positionen



19

ES STECKT VIEL GRÜN IN DER GELBEN POST



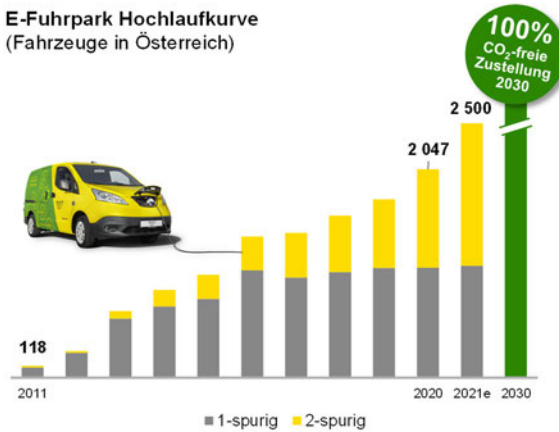
Ökologischer Vorteil des Online Handels im Vergleich zum stationären Einkauf

Quelle Oliver Wyman, 2021: 1.155 Gramm CO₂e-Einsparung pro Produkt



CO₂-neutrale Zustellung der Österreichischen Post seit 2011

E-Fuhrpark Hochlaufkurve (Fahrzeuge in Österreich)



20

WENIGER CO₂ – WENIGER LÄRM: 1. LNG-LKW IM EINSATZ



LNG bei der Post:

- Wichtige Übergangstechnologie bis zum CO₂-freien Schwerlastverkehr
- LNG (Liquefied Natural Gas), verflüssigtes Erdgas, auf minus 162 Grad Celsius abgekühlt
- Im direkten Vergleich:
Einsparung von 5 Tonnen CO₂ pro LKW pro Jahr
- Weitere Anschaffungen bei erfolgreichem Test



21

UNSERE MISSION: NÄHER IST NIEMAND.



Wir sind gelb.

Gelb steht für die Post und damit für Zuverlässigkeit und Vertrauen. Gelb ist auch schnell, optimistisch, zukunftsorientiert - wie wir.

Wir sind grün.

Mit unserem nachhaltigen Geschäftsmodell setzen wir proaktiv auf das Wohl von Mitarbeiter*innen, Umwelt und Gesellschaft.

Wir sind bunt.

Diversität unserer Teams ist für unseren Erfolg ebenso zentral, wie die Vielfalt an Produkten und Services oder unsere internationalen Engagements.



22







Amazon Logistics

Innovation und Nachhaltigkeit auf der letzten Meile

Markus Neumayer

Markus Neumayer

- Regional Director Amazon Logistics MEU South



Amazon Logistics

Innovation und Nachhaltigkeit auf der letzten Meile

Markus Neumayer
Regional Director Amazon Logistics MEU South

13. Oktober 2021



Agenda



Einführung
zu Amazon



Amazons
Innovationen



Nachhaltigkeit in
der Logistik



Fragen &
Antworten
–
Austausch



Amazon Vision & Mission



Amazon Vision

Das kundenorientierteste Unternehmen der Welt.



Amazon Mission

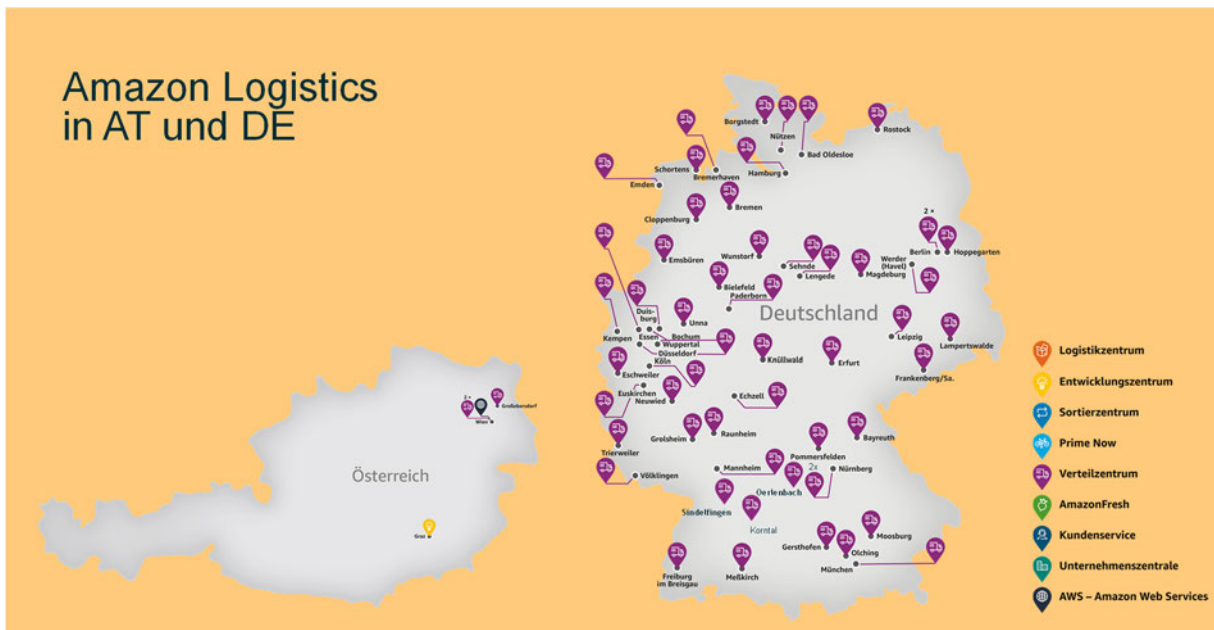
Die größte Auswahl der Welt zum besten Preis.
So einfach wie möglich.



Die Vision & Mission, mit der Jeff Bezos Amazon gründete, gilt heute noch.

Die Vision: das kundenorientierteste Unternehmen der Welt zu sein. Bei neuen Projekte steht auch heute immer der Kunde im Fokus. Es gilt nicht nur, wie können wir besser arbeiten, sondern auch, wie können wir dem Kunden dadurch mehr Produkte anbieten und seine Bestellung am besten anliefern.

Die Mission: die größte Auswahl der Welt anzubieten. Jeff Bezos gründete Amazon, weil er mehr Produkte online verfügbar machen wollte. Diese Mission streben wir noch heute an und erweitern ständig unsere Produktauswahl, indem wir zum Beispiel auch kleine und lokale Händler durch Förderprogramme ermutigen, online Marktplätze zu verwenden. (z.B. Unternehmer/innen der Zukunft: mehr Infos auf der About Amazon Seite)



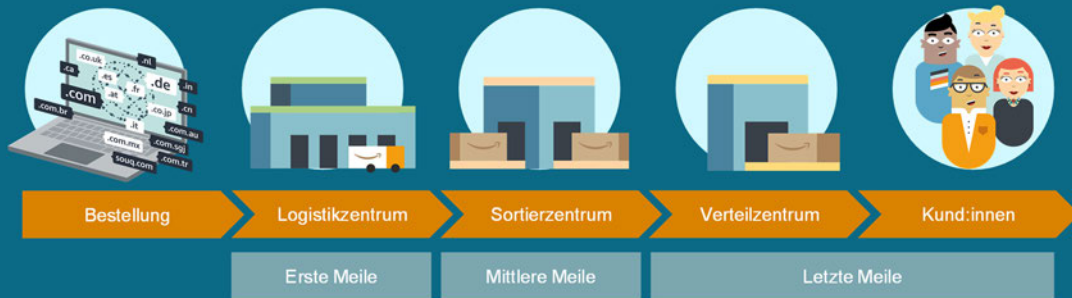
Amazon investiert weiterhin in den Standort Deutschland. Nicht nur in der Logistik, auch in der Entwicklung, im Kundenservice oder in den Corporate Offices schafft Amazon Arbeitsplätze. Amazon verfügt über 50 Standorte in Deutschland, darunter zwei Amazon Offices, sechzehn Logistikkzentren, mehrere Verkäufer- und Kundenservicezentren, eine Amazon Web Services (AWS) Region sowie vier Entwicklungszentren in Aachen, Berlin, Dresden und Tübingen. In diesen wird die Entwicklung von Innovationen für verschiedene Bereiche des Unternehmens unterstützt, z.B. für Webseiten, Apps, digitale Medien, Geräte sowie Software für Spracherkennungstechnologien oder Cloud Services.

Weltweit gibt es mehr als 175 Logistikkzentren, in denen Mitarbeiter:innen picken, packen und Amazon Bestellungen verschicken. In ganz Europa hat Amazon ein gut ausgebautes Logistiknetzwerk, das wächst und sich dabei diversifiziert. Unser europäisches Logistiknetzwerk umfasst über 40 Logistikkzentren.



- Durch Amazon können kleine und mittlere Unternehmen (KMU) Hunderte von Millionen von Kunden weltweit erreichen. Amazon bietet eine Reihe von Tools, mit denen KMU ihre Produkte ins Ausland exportieren können. Dazu gehören zum Beispiel weltweite Vertriebs-, Vermarktungs- und Lieferlösungen. Insbesondere bei der Nutzung der Amazon Logistik beinhaltet das auch den Kundenservice in der jeweiligen Landessprache. Neben dem Versand durch Amazon können KMU auch mithilfe von „Prime durch Verkäufer“ Amazon Prime Kunden erreichen. Zudem übersetzt Amazon jährlich Hunderte Millionen Produktseiten für KMU und verschafft ihnen so die Möglichkeit, ohne oder mit geringem Mehraufwand in den internationalen Handel einzusteigen.
- Über 130.000 kleine und mittlere Unternehmen aus Europa verkaufen ihre Produkte bei Amazon Stores.

Die Amazon Logistik



9



Die Amazon Logistik



Nach dem Klick auf „Bestellen“ kommissionieren Versandmitarbeiter:innen im Logistikzentrum die Bestellung. Die Ware wird verpackt und verlässt das Logistikzentrum.

In einem Sortierzentrum werden dann Pakete nach Auslieferungsgebieten sortiert und danach an Verteilzentren weitergeleitet. Dort werden die Pakete auf die Zustellfahrzeuge verteilt und von Lieferpartner:innen schließlich zu Kund:innen gebracht.

Fakten zu Amazon Logistics (AMZL)

Über 60 Verteilzentren in Deutschland

- Ziel: Kund:innen einen noch besseren und schnelleren Lieferservice bieten
- Lokale Lieferpartner:innen
- Intelligente Amazon Routenplanung
- Einsatz von Elektrolieferfahrzeugen



11



Verteilzentren gehören bei Amazon zum Bereich Amazon Logistics (AMZL):

- Mit Amazon Logistics liefert Amazon Pakete direkt an Kund:innen.
- Die Pakete kommen unter anderem aus den europäischen Amazon Sortier- und Logistikzentren in den Verteilzentren an, werden entladen und auf die Zustellfahrzeuge sortiert. Lokale Lieferpartner:innen bringen sie schließlich zu den Kund:innen.
- Die Verteilung erfolgt mithilfe einer **eigenen intelligenten und dynamischen Amazon Routenplanung**. Sobald Pakete einem Lieferort zugeordnet sind, beginnen unsere Algorithmen mit der Planung der Auslieferungsrouten.
- Praktische Rucksack-Taschen, in denen Pakete verstaut werden, ermöglichen ein schnelles und effizientes Beladen des Lieferwagens. Wenn Fahrer:innen im Verteilzentrum ankommen ist ihre Route bereits vorbereitet und in Taschen verpackt
- Ziel von AMZL ist, den Kund:innen einen noch besseren und schnelleren Lieferservice zu bieten und zusätzliche Auslieferkapazität zu schaffen.
- Gestartet in Deutschland in **2015** mit einem ersten Standort in Olching bei München. Derzeit sind über **30 Standorte** in Betrieb.
- AMZL setzt verstärkt auf **Elektromobilität**. E-Vans sind an verschiedenen Standorten im Einsatz. In Essen werden bspw. 150 E-Fahrzeuge täglich eingesetzt.



Agenda



Einführung
zu Amazon



**Amazons
Innovationen**

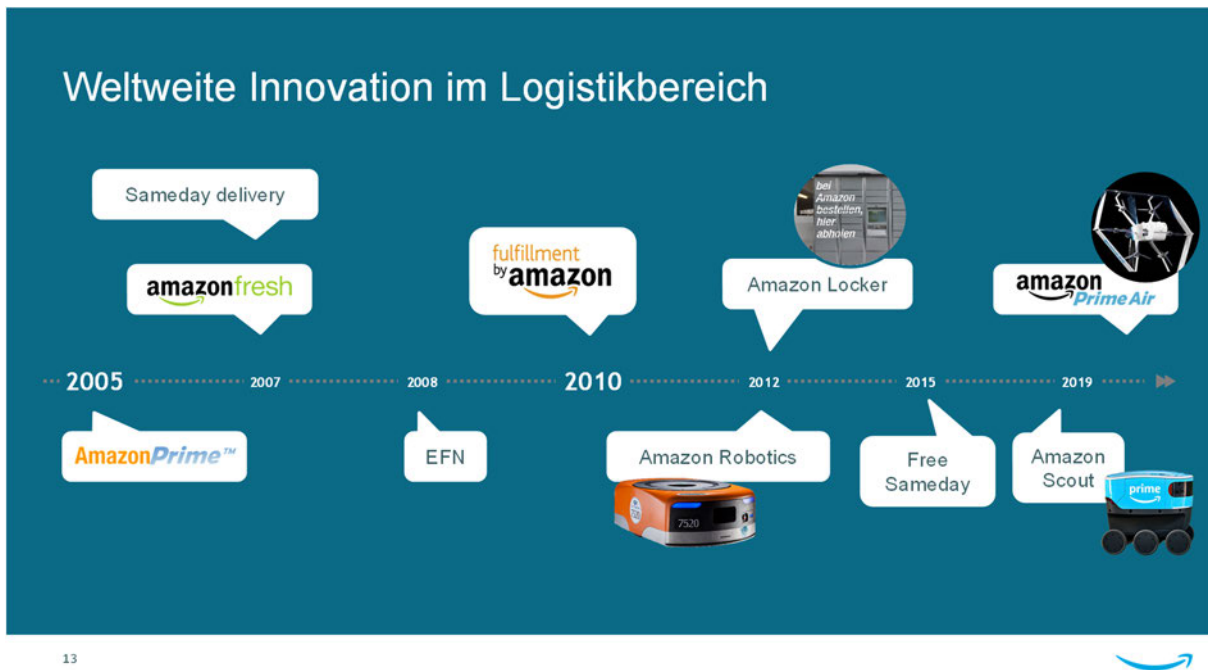


Nachhaltigkeit in
der Logistik



Fragen &
Antworten
–
Austausch





Amazons Ziel ist es, Kund:innen Produkte von A bis Z zur Verfügung zu stellen – seien es Produkte von Amazon oder von dritten Händler:innen. Seit 2010 können Händler:innen ihre Artikel deshalb mit fulfillment by amazon verschicken. Amazon lagert die Produkte der Händler:innen, stellt sie auf der Amazon Website für Kund:innen ein und übernimmt die Auslieferung an Kund:innen.

Amazon nutzt Technologie, um Innovationen für Kund:innen voranzutreiben. Mit Amazon Robotics startete Amazon 2012 mit dem Kauf von Kiva Robotics. 2017 öffnete das erste deutsche Logistikzentrum mit Robotics-Technologie in Winsen – heute kommt die Technologie in 4 Logistikzentren zum Einsatz. Die Roboter fahren mit einer Geschwindigkeit von rund 5,5 Stundenkilometern und wiegen ca. 145 Kilogramm. Sie heben die Regale mit den Produkten hoch und bringen sie zu den Mitarbeiter:innen in der Wareneinlagerung und -entnahme. Die Technologie unterstützt Mitarbeiter:innen bei ihrer Arbeit.

Auch in der Auslieferung entwickelt Amazon immer neue Innovationen für Kund:innen. Seit 2012 gibt es deshalb mit Amazon Locker eine weitere komfortable Lieferoption. Amazon Kund:innen lassen ihre Pakete direkt an eine der Abholstationen mit Selbstbedienungs-Schließfächern schicken und holen sie ab, wenn es für sie am bequemsten ist. An der Abholstation geben die Kund:innen ihren einmaligen Abholcode ein oder scannen den Barcode – und schon halten sie ihr Paket in den Händen. Die meisten Amazon Locker sind 24/7 zugänglich und sowohl an Tankstellen als auch Supermärkten und weiteren Orten aufgestellt, um für jede Alltagsroute gut erreichbar zu sein. Aktuell sind die Abholstationen an mehreren Hundert Standorten in Deutschland verfügbar.

Amazon Scout startete Anfang des Jahres 2019 erstmals in den USA. Amazon Scout ist ein vollelektrisches Liefersystem von Amazon, das entwickelt wurde, um Pakete mit autonomen Lieferrobotern sicher an Kund:innen zu senden. In den letzten Monaten hat Amazon Scout im Bundesstaat Washington bereits Tausenden Kund:innen rund um das Amazon Hauptquartier Bestellungen ausgeliefert und ein Lächeln beschert. Dabei hat der Scout die vielen Hindernisse, in Wohngebieten, zum Beispiel Mülltonnen, Skateboards, Gartenmöbel, Schneefräsen und mehr, sicher und autonom umfahren.

Innovationen bei Amazon Logistics



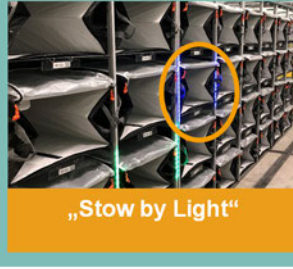
Intelligente und dynamische Routenplanung



Amazon Locker



Routenoptimierte
Sortierung in
Taschen



„Stow by Light“



Elektrifizierung der
letzten Meile

14



- Durch verschiedene Innovationen erreichen wir eine besonders hohe Quote an erfolgreichen Zustellungen im ersten Anlauf, was sowohl unseren Kund:innen zugute kommt, zugleich aber Doppelt- oder gar Dreifachfahrten minimiert. Dies erreichen wir durch unsere eigene, **intelligente und dynamische Routenplanungssoftware**. Diese kann täglich direkt vor Ort durch Informationen der Fahrer:innen aktualisiert werden, wenn beispielsweise vorübergehend Straßen aufgrund von Baustellen nicht befahren werden können oder eine Geschäftsadresse nur zu bestimmten Uhrzeiten geöffnet ist.
- Um Fahrer:innen den Beladevorgang, aber auch die Zustellung der Pakete so einfach wie möglich zu machen, werden diese bereits vorab **routenoptimiert in Taschen** vorsortiert. Fahrer:innen haben somit auf der Route immer ganz schnell und einfach das richtige Paket zur Hand.
- Beim Sortierprozess im Verteilzentrum verwenden wir Technologien wie **“Stow by light”**, also optische Hilfen bei der Sortierung der Pakete. Dadurch sind die Prozesse auch leicht von Menschen zu erlernen, die keine Erfahrung in der Logistik haben.
- Zudem bauen wir kontinuierlich den Anteil der **elektrisch betriebenen Lieferfahrzeuge** aus. So ist zum Beispiel an unserem Standort in Eschweiler bereits die Mehrzahl der Fahrzeuge elektrifiziert; neue Standorte werden generell von der Infrastruktur darauf vorbereitet.
- **Amazon Locker:** In Deutschland hat Amazon an Hunderten Standorten Locker aufgestellt. Kund:innen können das Paket an die Locker zustellen lassen. Die meisten Locker sind 24/7 zugänglich. So wird sichergestellt, dass die Kund:innen ihr Paket zum Wunschtermin erhalten und es keine erfolglosen Zustellversuche gibt.

Innovationen bei Amazon Logistics



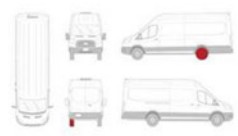


Logistic flow management

18



Innovationen bei Amazon Logistics



26		
Time of Inspection		
Lane		
License Plate No.		
VIN No.		
Damage Type	● Rear Left Tire Cut	
Image		

Vehicle safety

19





Agenda



Einführung
zu Amazon



Amazons
Innovationen



Nachhaltigkeit in
der Logistik



Fragen &
Antworten
–
Austausch





21

Amazon und Global Optimism haben am 19. September 2019 ein Klimaschutzversprechen („[The Climate Pledge](#)“) vorgestellt, um die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens bereits zehn Jahre vor dem anvisierten Erfüllungsdatum zu erreichen. Amazon hat das Versprechen als erstes Unternehmen unterzeichnet. Die Unterzeichner:innen verpflichten sich, bis 2040 CO₂-neutral zu sein – und damit zehn Jahre vor dem im Pariser Klimaschutzabkommen vereinbarten Ziel von 2050.

50 % der Lieferungen CO₂-neutral bis 2030

Unsere Vision ist es, den gesamten Lieferprozess CO₂-neutral zu gestalten. Bis 2030 soll das schon für 50 % unserer Lieferungen gelten. Um dieses Ziel weiter voranzutreiben, hat Amazon 100.000 elektronische Lieferfahrzeuge bei Rivian in Auftrag gegeben, die größte Bestellung von Elektrolieferfahrzeugen aller Zeiten. Schon in diesem Jahr sollen die Lieferwagen Pakete an Kund:innen zustellen. 2020 hat Amazon die Lieferflotte in Europa zudem um mehr als 1.800 Elektrofahrzeuge von Mercedes-Benz Vans erweitert. Davon werden 800 Elektrolieferfahrzeuge in Deutschland eingesetzt.

100 % vollständige CO₂-Neutralität bis 2040

Wir nutzen unsere Innovationskultur, um Amazon bis 2040 CO₂-neutral zu machen. Damit sind wir den Vorgaben des Pariser Klimaabkommens ein Jahrzehnt voraus.

100 % erneuerbare Energien bis 2030

Wir haben uns dazu verpflichtet, unsere Prozesse bis 2030 zu 100 Prozent mit erneuerbaren Energien zu betreiben – und wir sehen uns auf einem guten Weg, dieses Ziel sogar 5 Jahre früher zu erreichen. Bis heute hat Amazon 91 Projekte im Bereich erneuerbarer Energie angekündigt, darunter weltweit 31 Wind- und Solarprojekte und 60 Solardächer auf Logistik- und Sortierzentren. Zusammen werden diese Projekte mit einer Gesamtkapazität von über 2.900 Megawatt jährlich mehr als 7,6 Millionen Megawattstunden an erneuerbarer Energie liefern. Das ist genug, um 680.000 US-Haushalte mit Strom zu versorgen.

Die unsichtbare Revolution: Mehr als 2 Mrd. Versandkartons eingespart

Viele Dinge an denen wir arbeiten, sind nach außen hin kaum sichtbar.

Zum Beispiel unsere Arbeit für optimierte Verpackungen.

Ein Algorithmus sorgt dafür, dass wir stets den kleinsten Standard-Versandkarton nutzen.

Wussten Sie?



Immer mehr Produkte können wir ohne extra Versandkarton verschicken.

Wir arbeiten mit Hersteller:innen zusammen, um Verpackungen zu vereinfachen.

22



Alternative power



23



eMobility



24



Micro Mobility

- In ganz Deutschland sind derzeit insgesamt **63 E-Lieferfahräder** an **8 Standorten** täglich im Einsatz.
- Jedes E-Lieferfahrad ersetzt potentiell eine Tour mit einem (Diesel-)Transporter.
- Ein E-Lieferfahrad-Liefergebiet hat im Schnitt einen **Durchmesser von 2-3 Kilometern**. Eine Tour beträgt rund **16 Kilometer**.
- Die Touren der Fahrer sind auf eine Dauer von **vier bis fünf Stunden** ausgelegt. Nach der Tour kommen die Fahrer mit den E-Lieferfahrdern zurück zum Hub. Die E-Lieferfahrdern werden für die zweite Tour beladen.



25





Micro Mobility



26



Konzept Micro Hub



27



Engagement für die Umwelt



29



Agenda



Einführung
zu Amazon



Amazons
Innovationen



Amazons Rolle
als Arbeitgeber



Fragen &
Antworten -
Austausch

30





Vielen Dank





E-Commerce Anforderungen der Betreiber und Antworten der MHE-Anbieter

Peter Totz

Peter Totz

- Head of Business Development, Products & Equipment bei SSI Schäfer



E-Commerce

Anforderungen der Betreiber und Antworten der MHE-Anbieter
Peter Totz

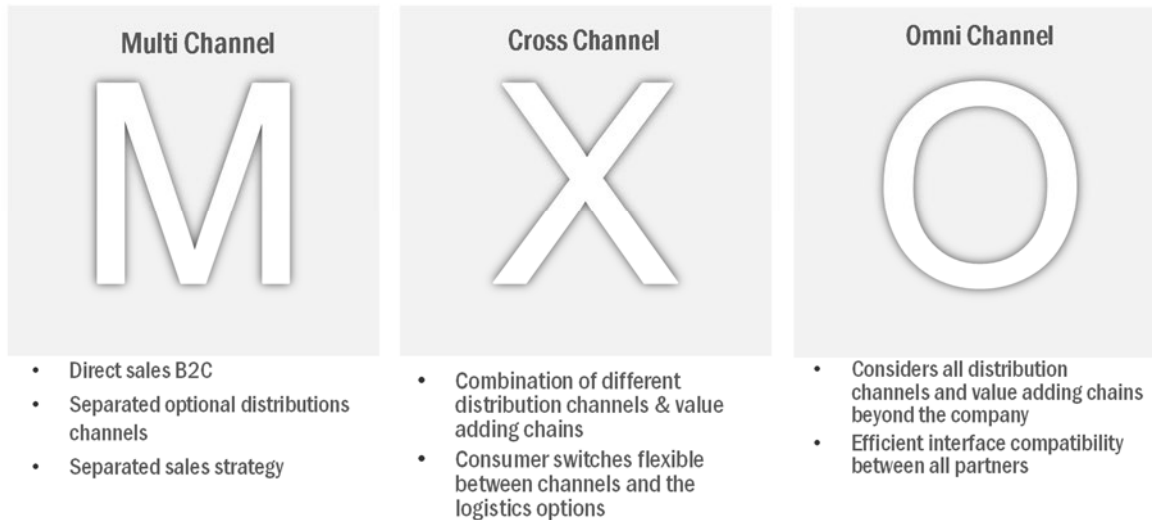
SSI SCHAFFER

Think Tomorrow.



E-Com – Requirements for Sellers

Classification der Sales Channels



© 2020 SSI SCHÄFER Topic Name

3

11.10.2021

Whether we are talking about B2C, B2B, C2C or C2B operates within different business models overall Distribution Channels.

From a logistics perspective, it is important to clarify the terminology of the distribution channel mix to avoid synonyms. We refer to the definition of the German EHI Retail Institute that describes the evolution from Multi-Channel to Omni-Channel as follows

Multi Channel

Direct sales B2C, where the consumer chooses between 2 or more distribution channels (e.g. local store, online store, catalogue)

Distributions channels are technically & from an organizational point of view divided
Goods are handled in separate supply chains

Companies have a separate sales strategy (pricing & marketing)

Summary: several channels, no connection between the channels

Cross Channel is a combination of different distribution channels & value added chains

The consumer switches flexible between channels and the logistics options

Summary: several channels, with connection between the channels

Omni Channel considers all distribution channels and value added chains beyond the company

There is no clear differentiation (hard fact] between Cross Channel and Omni-Channel. The soft facts like impression and consumers behaviour differentiate the two types.

Summary: channels are going to be invisible, seamless transition, consumer takes center stage.

Omni Channel

The Modern Shopper's
Omnichannel Journey

No distinction between
channels

Seamless transition
between channels

Customer in focus



The Modern Shopper's Omnichannel Journey

Additional requirements and new challenges for distribution logistics

Past

- Industry has so far mainly delivered their products to wholesalers and sales companies or served industrial customers directly. In the vast majority of cases, the **programs were large-volume, standardized and easy to plan**. In the meantime there can be no more talk of that.

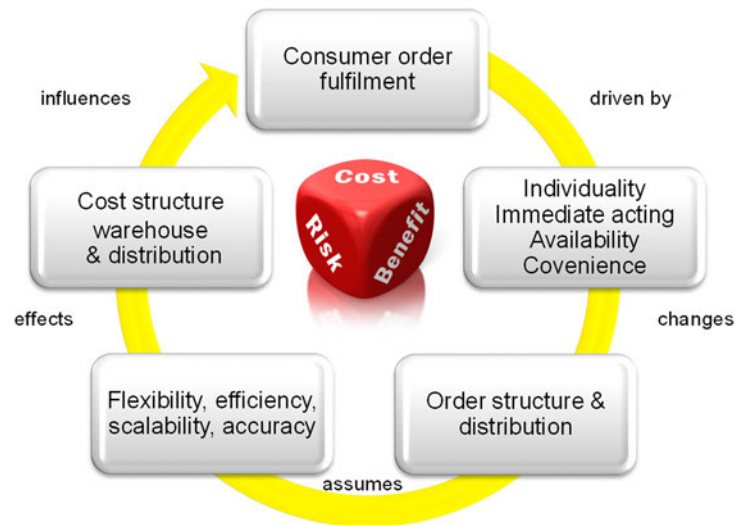
New

- With the increase in sales channels and customer contact points as well as the growing network of stationary, online and various mobile offers, logistics is coming under enormous additional pressure: If it fails to meet the additional requirements, especially with regard to **short-term availability, shorter delivery times, smaller shipments and returns**, the goal of the omni-channel orientation, to optimize the company's success across the various sales channels, process steps and customer contact points, will remain a pipe dream.

Industrieunternehmen haben ihre Produkte bislang überwiegend an den Großhandel und an Vertriebsgesellschaften geliefert oder Industriekunden direkt bedient. Die Sendungen waren in den allermeisten Fällen großvolumig, standardisiert und gut planbar. Davon kann inzwischen keine Rede mehr sein.

Mit der Zunahme der Vertriebskanäle und Kundenkontaktpunkte sowie der wachsenden Vernetzung von stationären, Online- und diversen mobilen Angeboten gerät die Logistik unter enormen zusätzlichen Druck: Gelingt es ihr nicht, die zusätzlichen Anforderungen insbesondere hinsichtlich kurzfristiger Verfügbarkeit, kürzerer Lieferzeiten, kleinteiligerer Sendungen und Rücksendungen zu erfüllen, wird das Ziel der Omni-Channel-Ausrichtung, den Unternehmenserfolg über die verschiedenen Vertriebskanäle, Prozessschritte und Kundenkontaktpunkte hinweg zu optimieren, Wunschtraum bleiben.

E-Com Circle in Logistics



Operational Excellence in Global Operating E-Commerce

11.10.2021

Based on the paradigm shift the Schaefer E –Commerce Circle describes the causal chain of consumer order.

Whether in industrialized or in emerging markets the essential driver of e-commerce is the consumer his behaviour and his increasing requests.

Consumers convenience, individuality and the immediate acting while having a product available is going to change the order structure and distribution.

That assumes flexibility, efficiency, scalability and accuracy with effects on the cost structure in a DC. Considering a limitation or a higher price, the consumer will act different.

Within E-commerce - logistics becomes an erratic consumer behaviour. E-Commerce influence the dice of Investment Risk – Operational Cost – Expected Benefit.

This ends up in Our challenge: The customized combination to achieve the most Cost Effective Solution.

Storage & Picking

E-Com Market

- A few very big succesful players
- Some medium players stuck in between
- There are many small and emerging companies, who flood the market
 - Some of them persist,
 - Some of them grow rapidly and
 - Some of them perish after a few years of existance
- ... none of them know, what will happen to them after the next year
- There is no crystal ball, which telss the future and
- They have no long term experiance about their customers behaviour

MHE Market

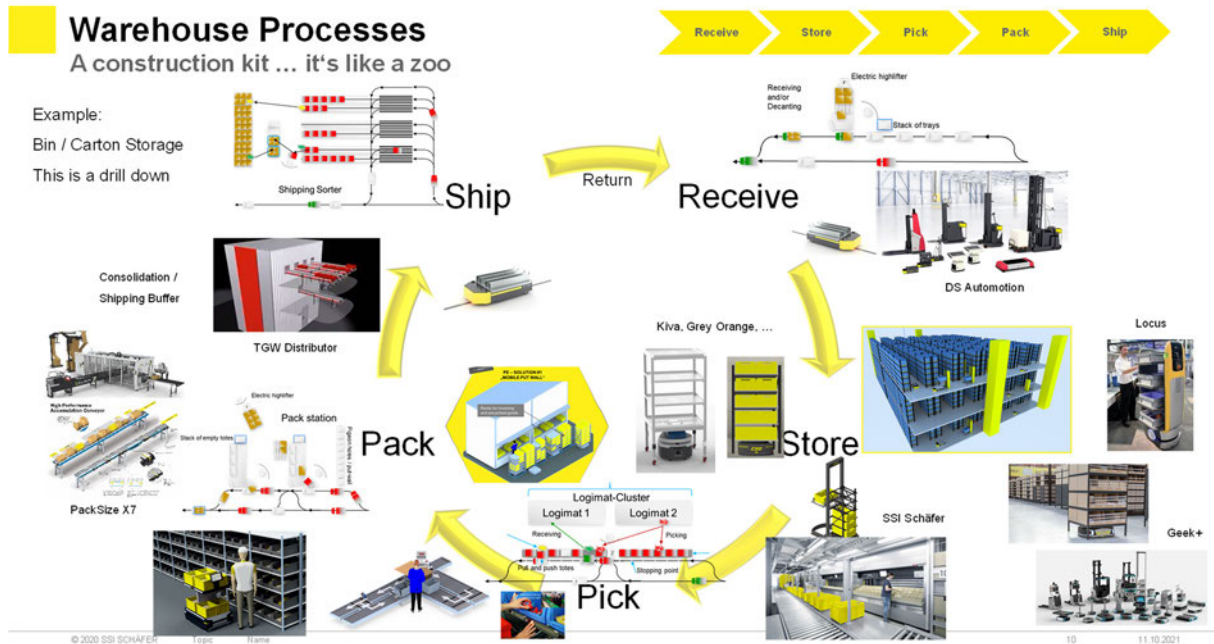
We have a whole bunch of new systems entering the 'material handling equipment' (MHE) market.

Driven by

- new technological developments
- and
- market requirements

© 2020 SSI SCHÄFER Topic Name

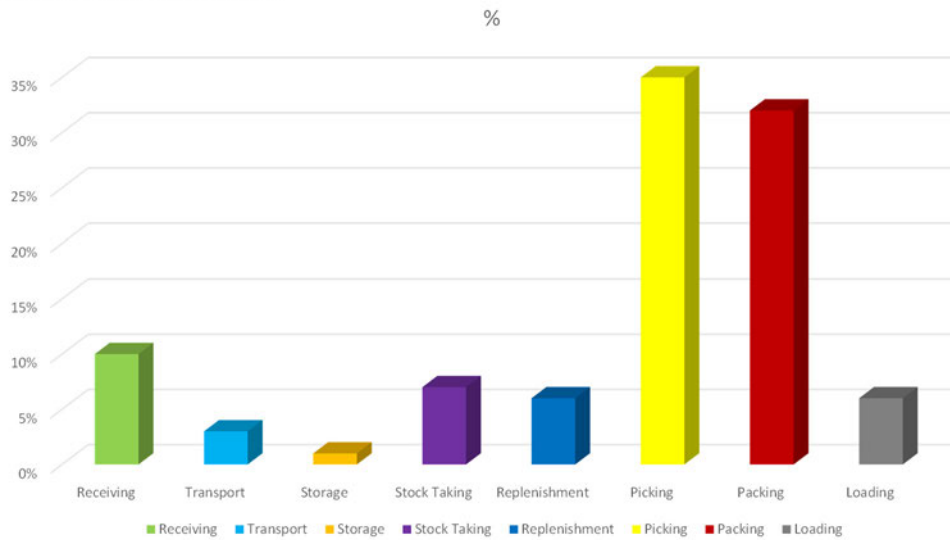
9 11.10.2021



Cost Drivers in a Manual Warehouse

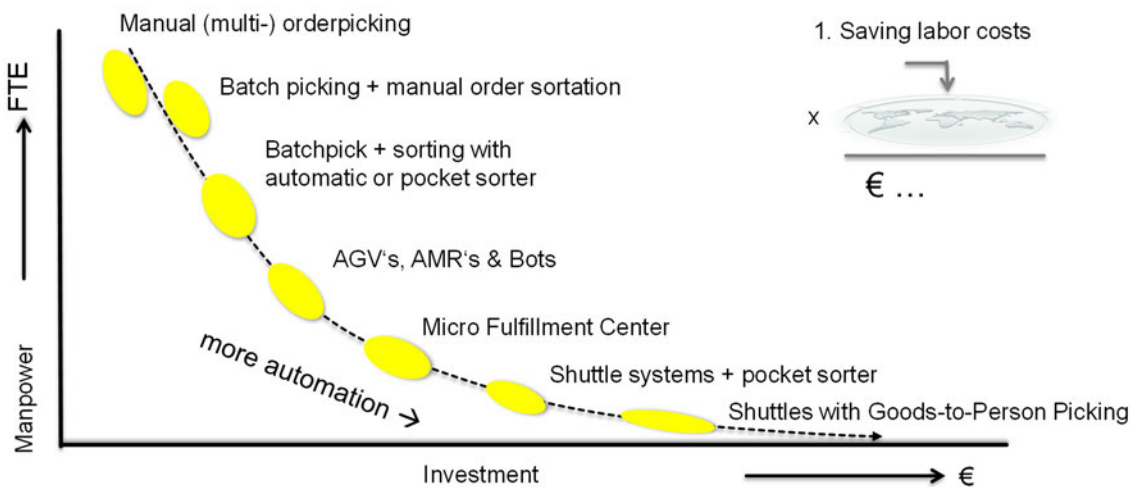
... where to concentrate on ...

Leo Tschater
„Labour Costs in a Warehouse“



© 2020 SSI SCHÄFER Topic Name 11 11.10.2021

E-Commerce Picking Concepts

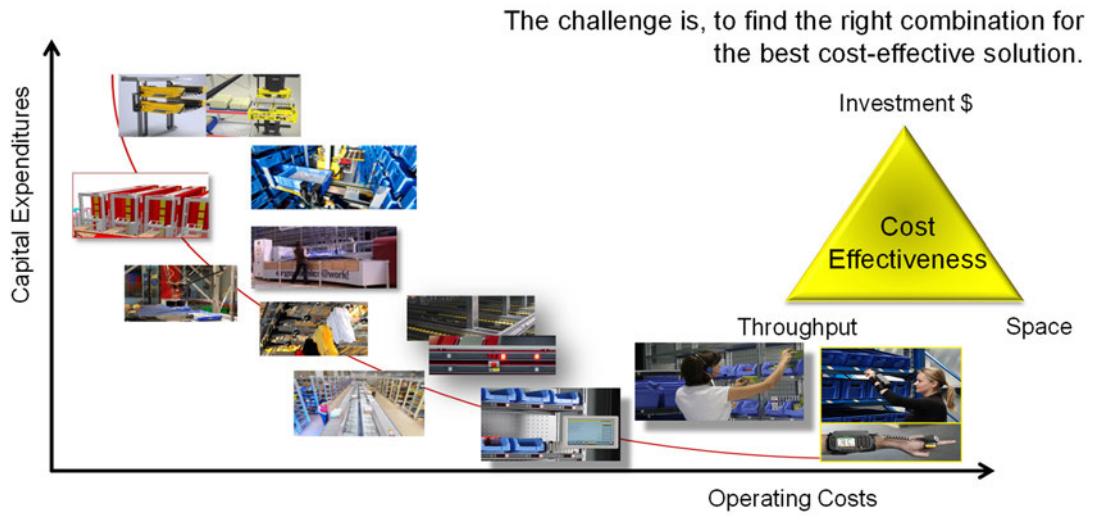


© 2020 SSI SCHÄFER Topic Name 12 11.10.2021

AGV's, AMR's + Bots:

- Rackmover (GtP)
- Roboshuttle (GtP)
- Mobile Put- / Pickwall
- Pick 2 AMR (PA-AMR meet me, follow me / guide me)
- High Speed Bots
- Sort Bot (shipping units / pieces)
- Substitution of Conveyors, Ind. Trucks
- Manufacturing logistics

Dozens of Technology Variants



How to Design an Intralogistical System

And ...



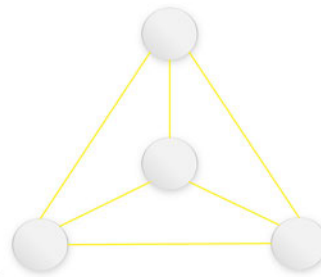
Something looks cool,
like a cutting-edge technology!

Goods & Environment:

- Pallets, bins, special transport units
- Ambient, cold store, fresh, frozen

Soft facts:

- Lead time to deploy
- Flexibility
- Modularity
- Scalability
- Space utilization



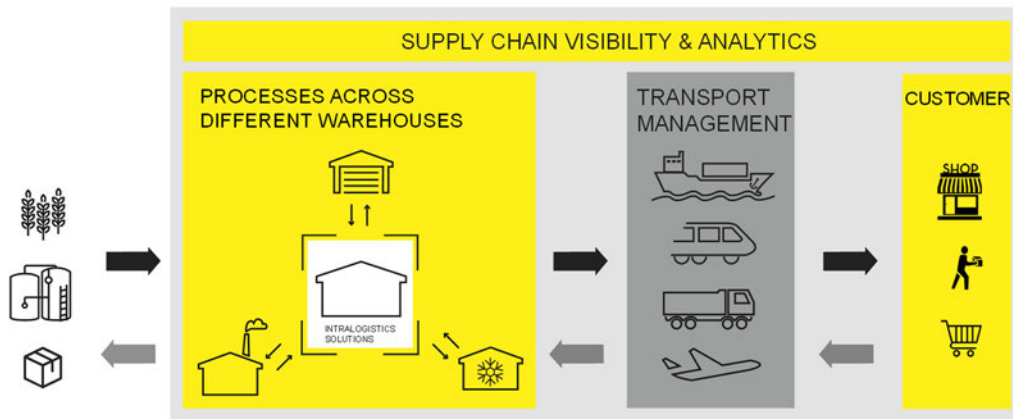
Hard facts:

- Investment
- Running costs
- Storage capacity
- Performance (orderlines per hour)

Software

as central part of a solution!

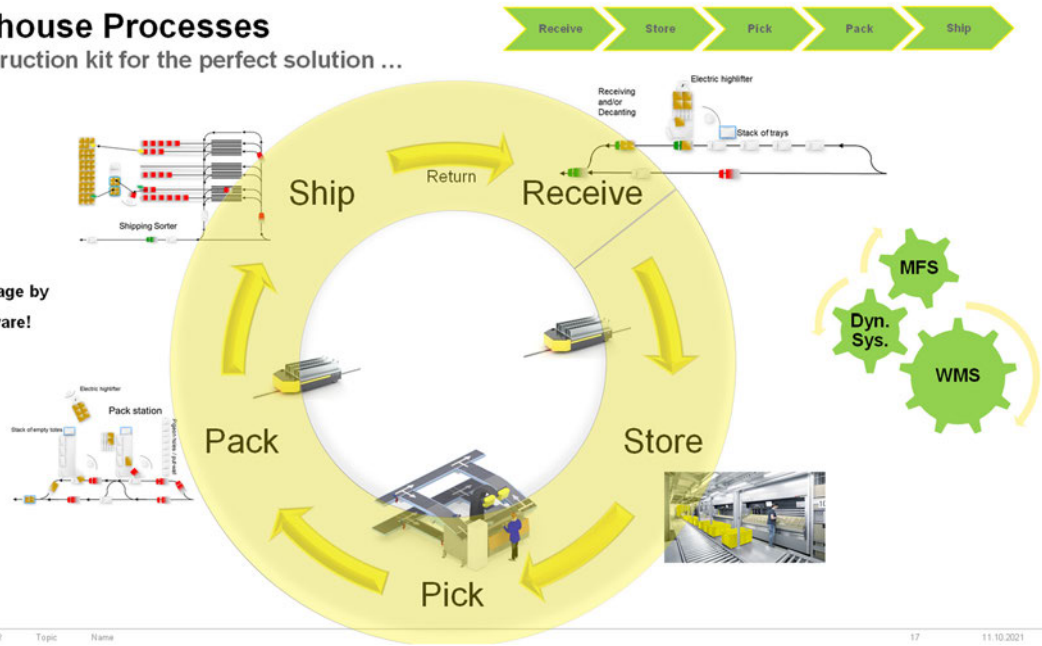
SUPPLY CHAIN EXECUTION



Warehouse Processes

A construction kit for the perfect solution ...

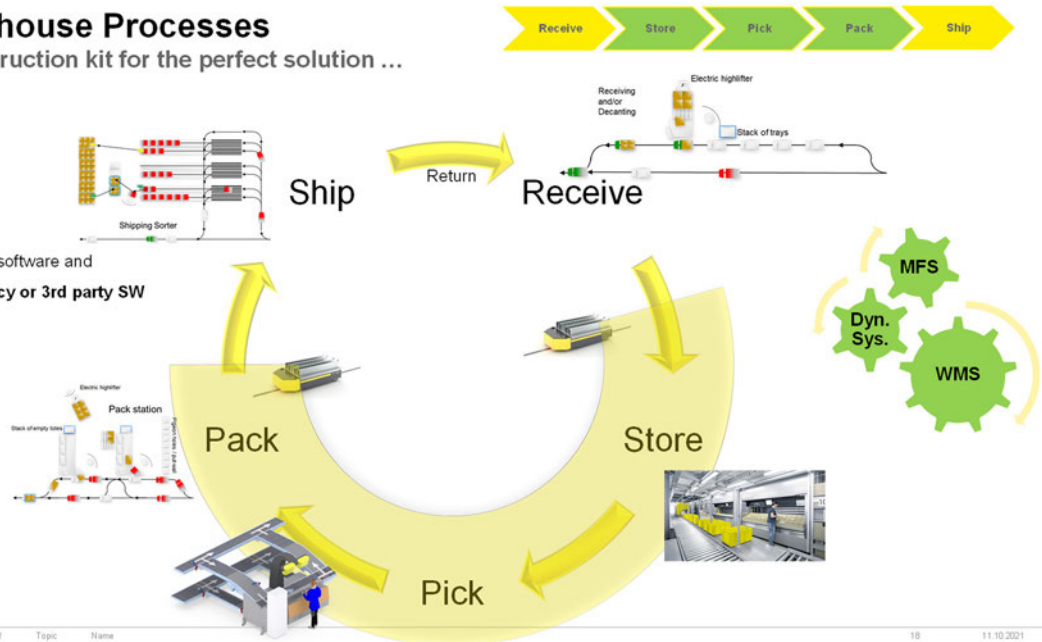
Mandatory coverage by WMS / MFS software!



Warehouse Processes

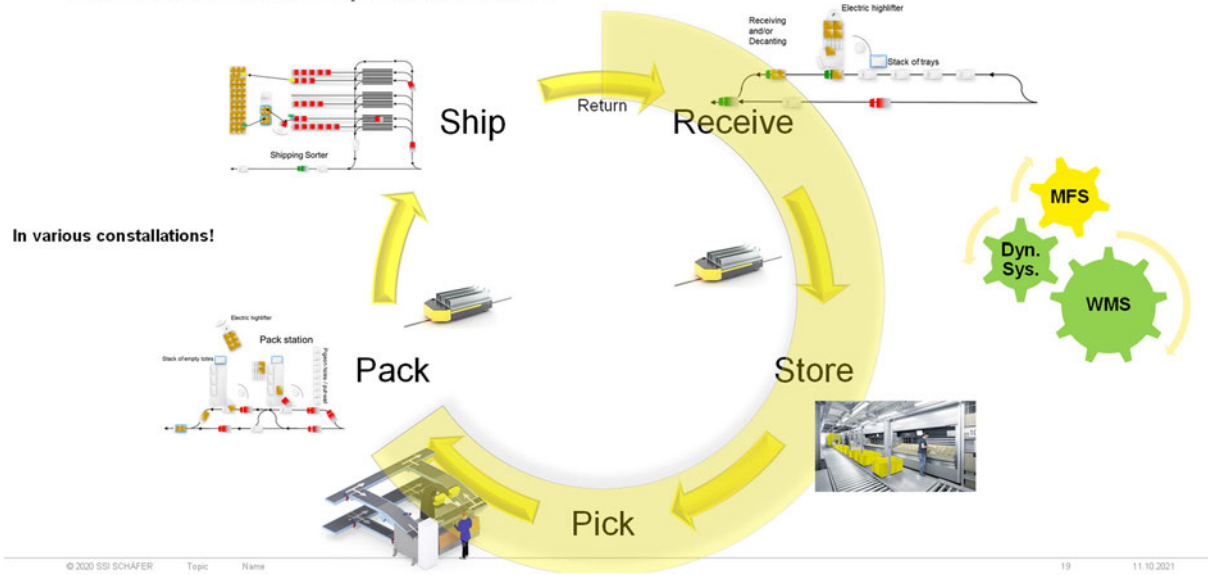
A construction kit for the perfect solution ...

Coverage by our software and interface to legacy or 3rd party SW



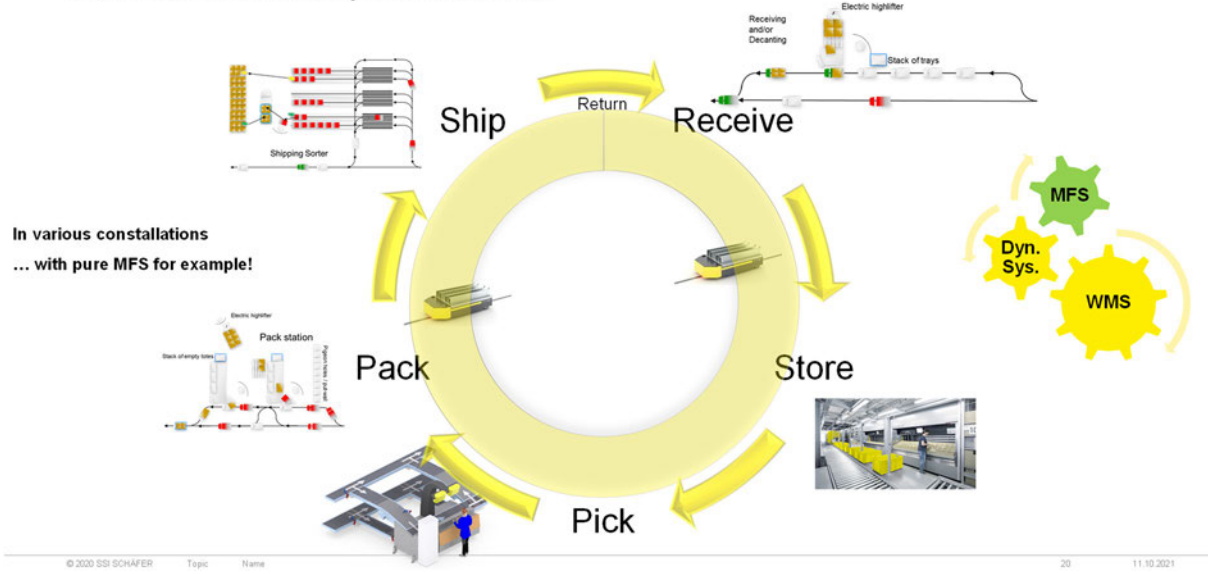
Warehouse Processes

A construction kit for the perfect solution ...



Warehouse Processes

A construction kit for the perfect solution ...





Thank you!

Think Tomorrow.

Peter Totz

ssi-schaefer.com

SSI SCHAEFER

Copyright

© 2020 SSI SCHÄFER, all rights reserved

This publication may neither be reproduced, transmitted nor stored in a retrieval system, including but not limited to, written material, printed matter, punch cards, film, microfilm or microfiche, magnetic tapes or discs or any other electronic media form including optically readable tapes or discs, laser discs, and any other form of computer storage, without the prior written consent of SSI SCHAEFER.

Disclosed matters and/or concepts of the present documentation are or will be protected by intellectual property rights.



SSI SCHAEFER



Mut zum Wandel ... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

Jan Kaulfuhs-Berger

Jan Kaulfuhs-Berger

- Gründer „elements of journalism“
- praktizierender Journalist

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

JAN KAULFUHS-BERGER

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Veränderungen
- ▶ Konsequenzen
- ▶ Widersprüche

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Untergangszrezepte
- ▶ Signale
- ▶ Kunden

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Entscheidung
- ▶ Tragweite
- ▶ Wahrnehmung



Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Früher war alles einfach
- ▶ Zeiten des „Entweder-oder“
- ▶ Zeiten des „Sowohl-als-auch“

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Das Gleiche gilt für unsere Branche
- ▶ Die Rolle des Vorgesetzten
- ▶ Das Gestrüpp der Widersprüche

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Loyale Infragesteller
- ▶ Widersprüche und Zwiespältigkeiten
- ▶ Unsicherheit und Verwirrung

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Die Dampfwalze
- ▶ Handlungsbedarf
- ▶ Geisterfahrer



Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Notwendiges Umdenken
- ▶ Vielfältige Optionen
- ▶ Nachhaltige Lösungen

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Nichts ist gefährlicher als Erfolg
- ▶ Anpassungsfähigkeit
- ▶ Wer nicht mit der Zeit geht ...“

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Die Signale
- ▶ Der Untergang
- ▶ Der Kontakt

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Eine Analogie
- ▶ Radler in den Bergen
- ▶ Steiles Terrain



Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Garagenmentalität
- ▶ Paradigmenwechsel
- ▶ Filter, die die Wahrnehmung trüben

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Klapptische und Triebwerke
- ▶ Das schwächste Glied
- ▶ Serviceleistungen und Kundenzufriedenheit

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Rauer Wind der Veränderungen
- ▶ Schutzlöcher und Windmühlen
- ▶ Die Mannschaft

Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

- ▶ Der Zusammenhalt
- ▶ Prozess der Veränderung
- ▶ Die Gletscherspalte



Mut zum Wandel

... oder was wir alle längst schon (zu) wissen (glauben)

VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT

Jan Kaulfuß-Berger

elements of journalism

Wappachweg 4 / 83457 Bayerisch Gmain

contact@elements-of-journalism.de

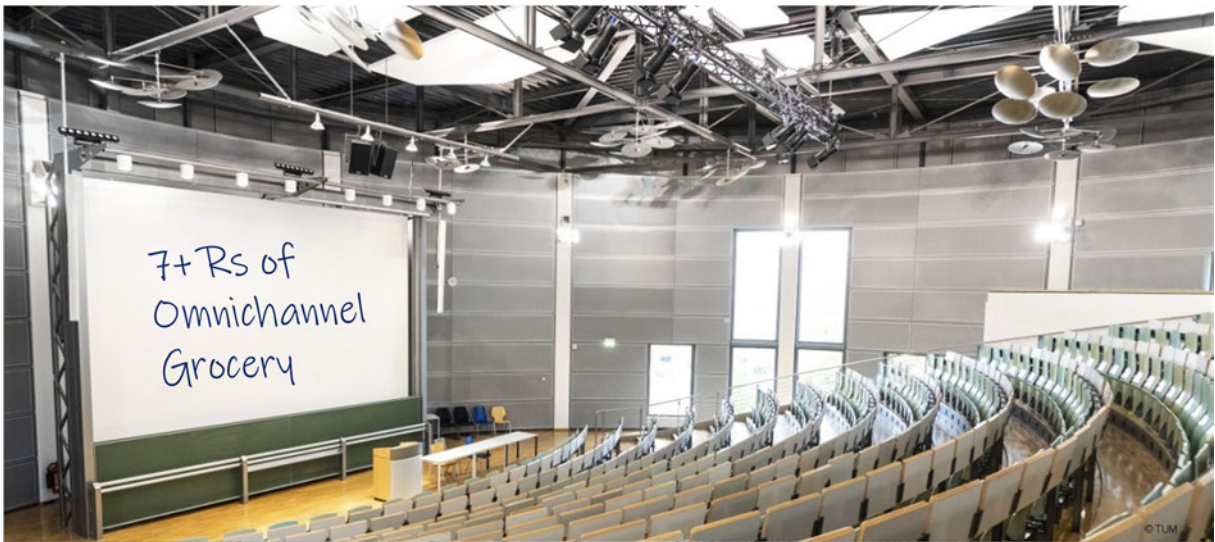


7+ Rs of Omnichannel Grocery

Michael Schedlbauer

Michael Schedlbauer

- TGW Logistics Group GmbH

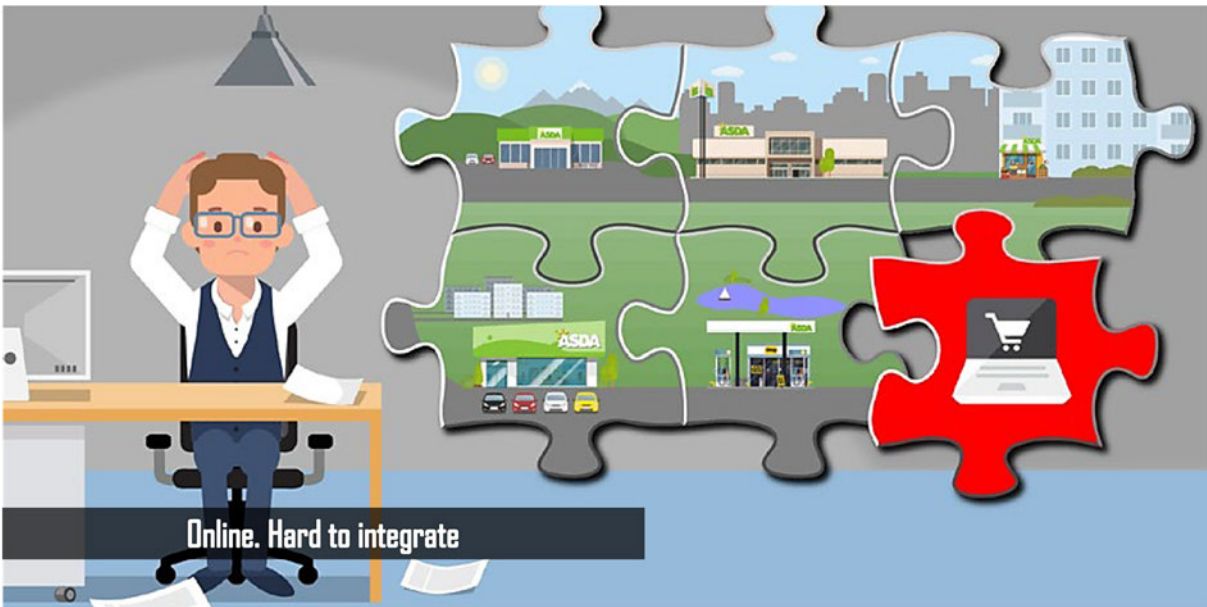


Grocery Supply Chain. Highly optimized



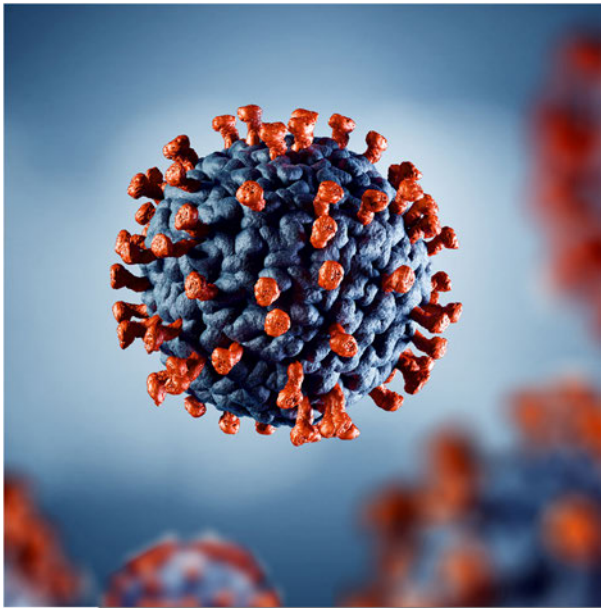


3 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021

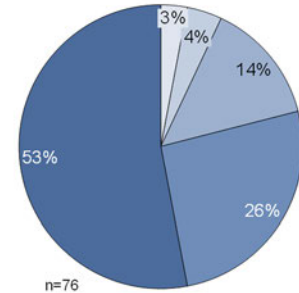


4 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021





Strong eGrocery Growth



- Strong growth (>20%)
- Moderate growth (+5-19%)
- Stayed the same
- Moderate decrease (-4%-19%)
- Strong decrease

Source: Onlinehändlerbefragung 2021, ZHAW School of Management and Law

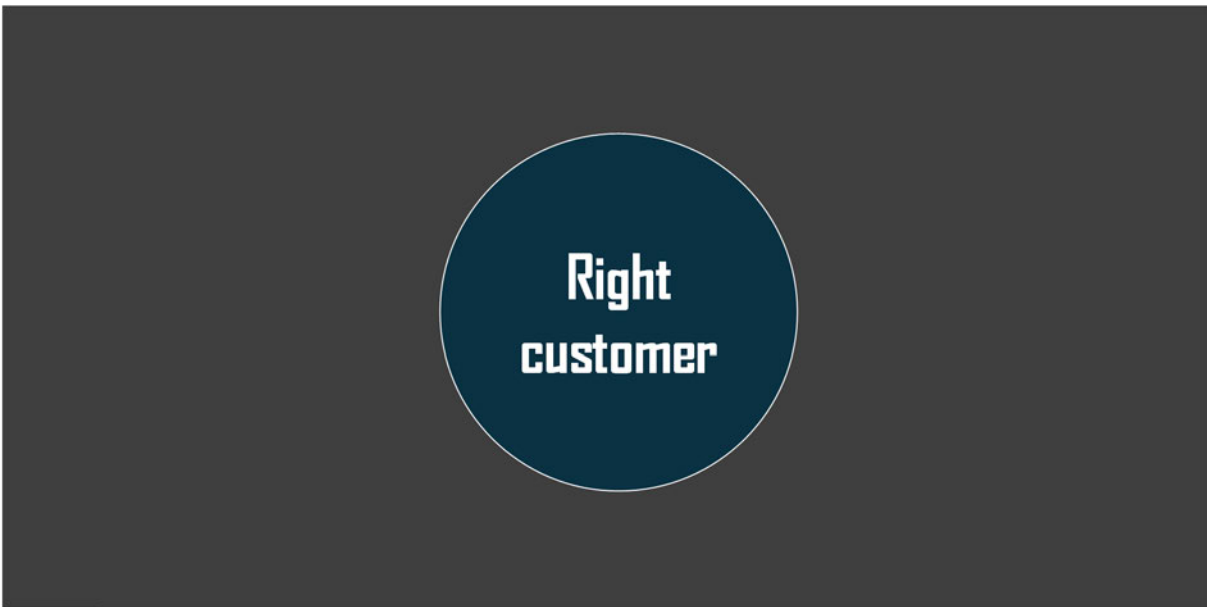
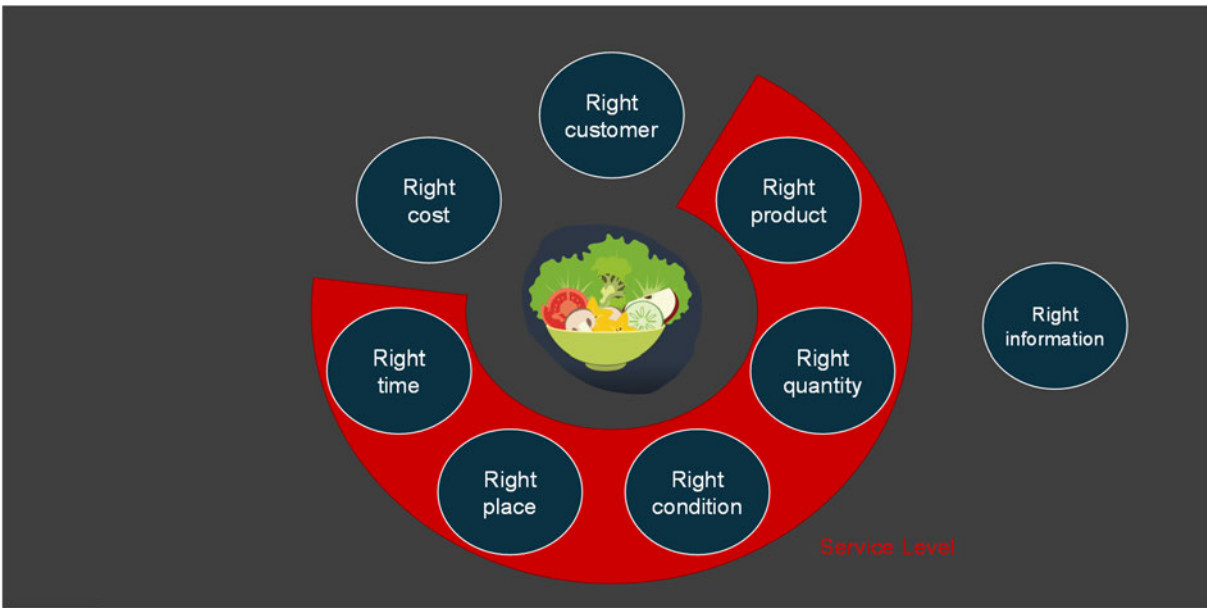


Omnichannel Store Formats Required

#	Store Format
1	Showroom
2	Click&Collect
3	Experience
...	
6	Combinations (Grocerants)
7	Self checkout
...	
9	24/7 shops

Source: Onlinehändlerbefragung 2021, ZHAW School of Management and Law







SERVICE LEVEL

- Convenience
- Flexibility
- Speed
- Experience
- Assortment



Right Product




Right quantity

Right condition





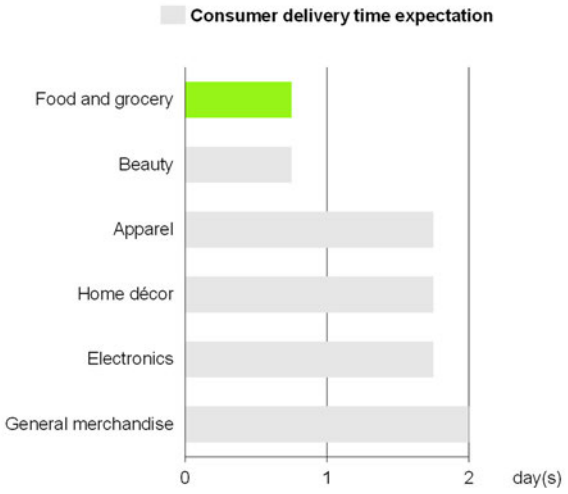
Shopper Missions

Stock-up	Top-up (fresh)	Small trip
		
1x / week	2-4x / week	>3x / week
>7 categories	4-7 categories	1-3 categories
Not time critical	Time critical	Time critical





13 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021







Store network. Dense and long-term. Our base

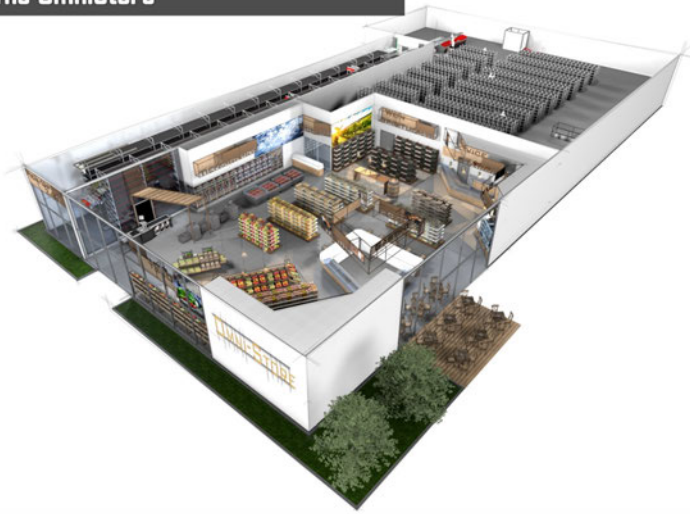


Omnichannel. Shop flexibly

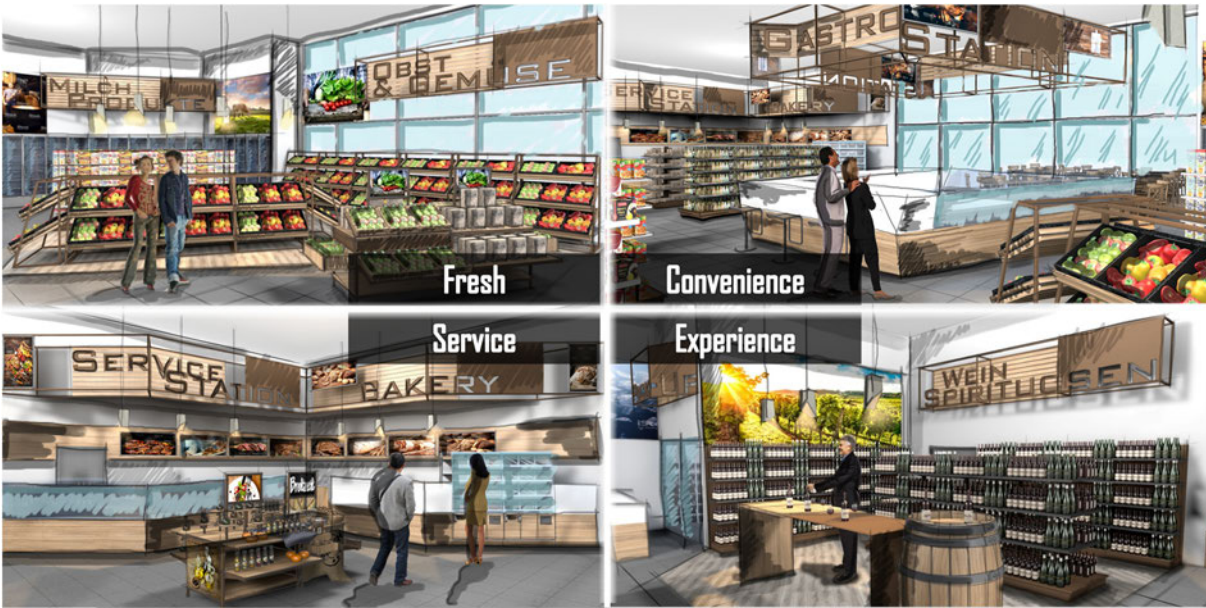
Shopper Journeys



The OmniStore™



20 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021



21 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021





22 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021



Order Picking and Collection



23 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021



Click&Collect. 2 options



24 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021



Efficiency x 4

Today

OmniStore

Picks/h
500

Picks/h
160 - 200

25 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021





Order Picking. Fast. Precise

- Ergonomic
- Up to 600 Picks/h
- Ideal for ambient and chilled products

26 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021



PickCenter Revolution *FULLY AUTOMATED PIECE PICKING*

27 The 7+ Rs of Omnichannel Grocery | Logistikwerkstatt Graz | October 2021



OmniStore Benefits



- Flexible opportunities serving different shopper missions
- Convenient shopping trips
- Time-saving due to quicker shopping journeys
- Short order lead times
- Better customer experience



- Customer loyalty increase
- Efficiency increase / cost reduction
- Efficient use of stores / of stock
- Seamless omnichannel experience
- Limited supply chain impact

OmniStore™

The Answer for the 7+Rs of Omnichannel Grocery



Questions & Answers



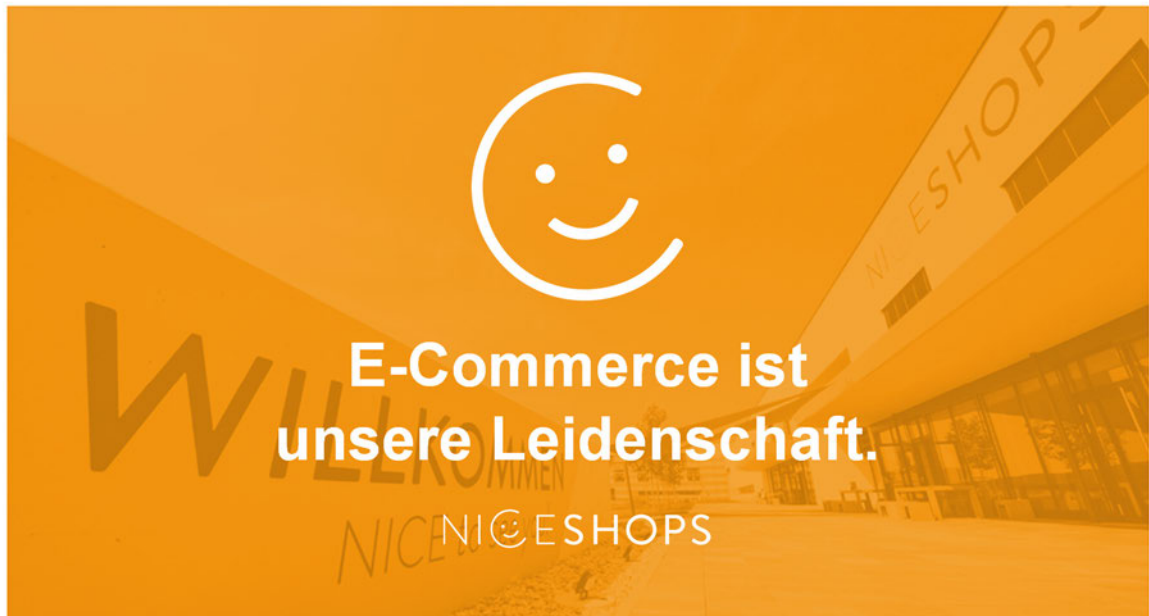


E-Commerce ist unsere Leidenschaft

Florian Flock

M.A.
Florian Flock

- niceshops GmbH



NICESHOPS

DISTRIBUTION CENTER SAAZ



Erweiterung
2020

Erweiterung
November 2018

Bestand
Jänner 2017



THE FACTS BEHIND



20.000 +

PAKETE
pro Tag



2.000.00

0+ PRODUKTE
im Lager



5.000.000

+ KUNDEN
weltweit

NICESHOPS

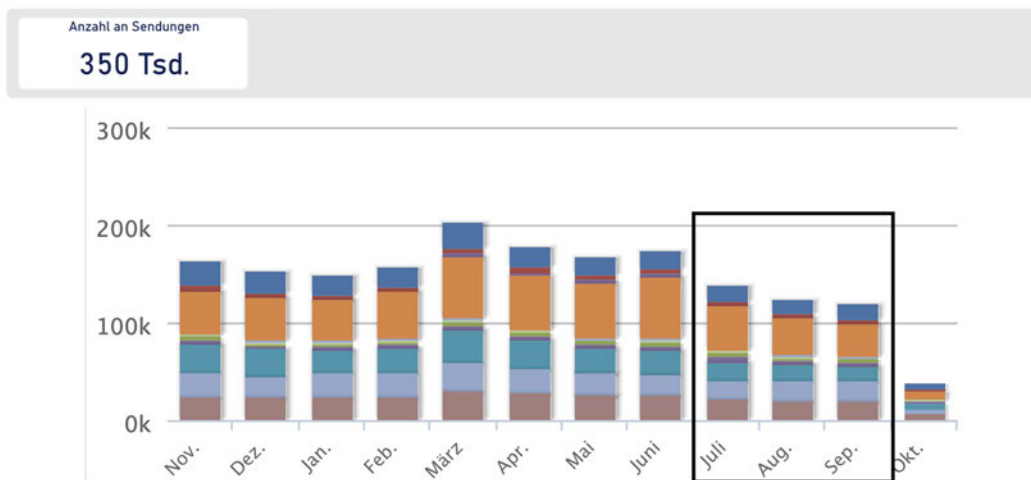
Europa ist unsere Stärke.



NICESHOPS

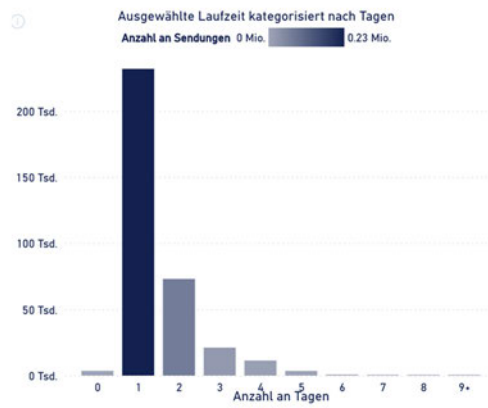
Outbound Logistics Insights

Outbound Q3 2021

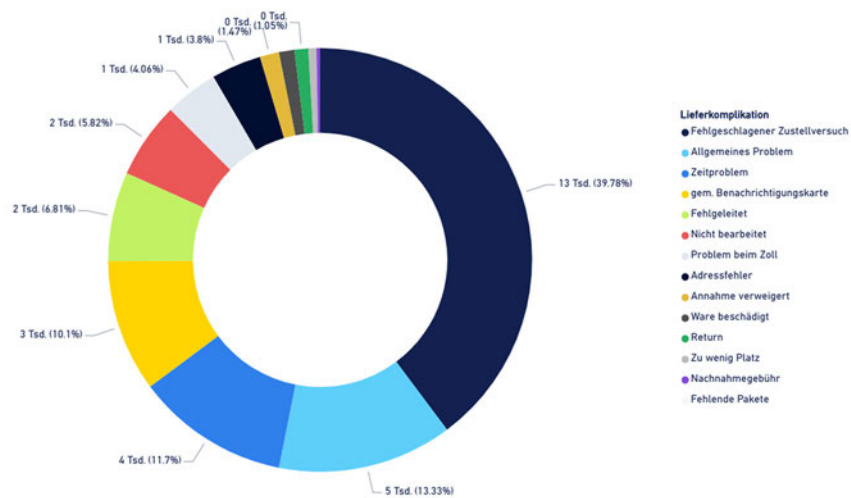




Paketlaufzeiten Q3 2021



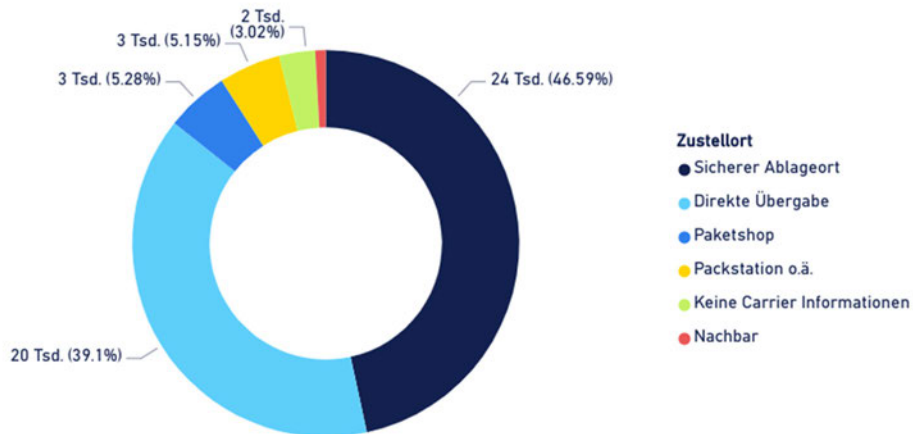
34.000 Komplikationen (9.7%)



„Meine Mama hat immer gesagt, ich sei wie eine Schachtel von Hermes. Ich komm nicht gut an!“



Österreich. Das Land der Abstellgenehmigungen





**Wenn der Paketbote dein Paket
unter der Fußmatte versteckt.**



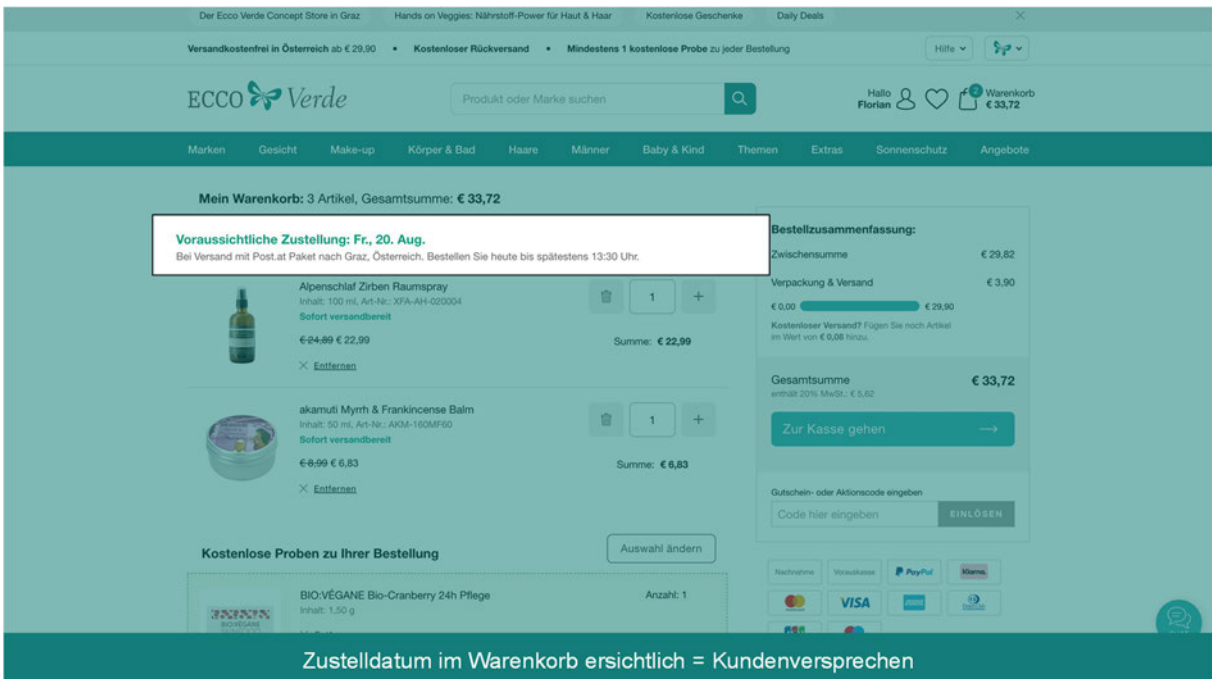
ECCO  Verde

Kleine Taten führen zu
Customer Excellence.



ECCO  Verde

Voraussichtliches Zustelldatum



The screenshot shows the ECCO Verde online shopping cart interface. At the top, there is a navigation bar with the store name and a search bar. Below that, a green banner displays the cart total: "Mein Warenkorb: 3 Artikel, Gesamtsumme: € 33,72". A white notification box highlights the delivery date: "Voraussichtliche Zustellung: Fr., 20. Aug. Bei Versand mit Post.at Paket nach Graz, Österreich. Bestellen Sie heute bis spätestens 13:30 Uhr." The cart items are listed below, including "Alpenschatf Zirben Raumspray" and "akamuti Myrrh & Frankincense Balm". On the right side, the "Bestellzusammenfassung" (order summary) shows the total amount of € 33,72 and a "Zur Kasse gehen" (Go to checkout) button. At the bottom of the screenshot, a green banner states: "Zustelldatum im Warenkorb ersichtlich = Kundenversprechen".

VERSANDPROBLEME

Proaktive Mitteilung via E-Mail bei Verzögerungen auf der Last-Mile.


Info über Verzögerung:

```

eventType:          delay
trackingNumber:    1023179502254030XXXXXX
courier:           austrian-post
client:            eccoverde
deliveryNumber:
hasError:
exceptionCode:     misrouted
exceptionMessage:  Die Lieferung wurde bei Post
                  Austria falsch verladen und wird sich deshalb leider um voraussichtlich
                  einen Werktag verspäten.

```

[Hilfe](#) [Kontakt](#) Hotline: 0800 55 66 40 533



ECCO  *Verde*

Lieber Herr Flock,

leider haben wir soeben die Mitteilung erhalten, dass es bei Ihrer Sendung zu Verzögerungen gekommen ist. Wir bitten vielmals um Entschuldigung.

Für genauere Informationen zur Sendung wenden Sie sich bitte direkt an unseren Versandpartner. Hier geht es zum [Versand-Tracking](#).

Viele Grüße,
Carina Matzhold
Ecco Verde Österreich

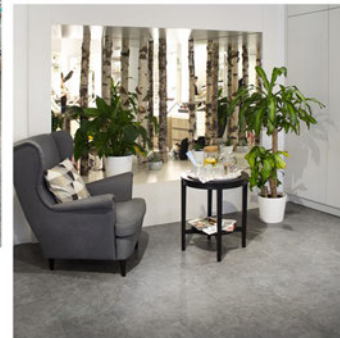
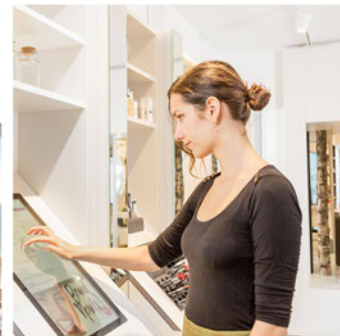
[Mein Konto](#) | [Kontakt](#)

© 2020 niceshops GmbH | Saaz 99, 8341 Paldau
Hotline: 0800 55 66 40 533 | Fax: (+43) 720 710740 9000
www.ecco-verde.at | pflock@ecco-verde.com

IMPRESSUM: niceshops GmbH - EccoVerde, Saaz 99, 8341 Paldau - Geschäftsführer: Roland Fink, Mag. Christoph Schreiner, Barbara Unterkofler - Email: office@ecco-verde.com - UID: ATU63964918 - FN: FN302688z - Firmenbuchgericht: Landesgericht fuer ZRS Graz - Behörde gem. ECG: Bezirkshauptmannschaft Südstaiermark

ECCO  *Verde*

Die Zukunft ist
online und offline.



The screenshot shows the 'Versandoptionen' (Shipping Options) page for ECCO Verde. At the top, there is a navigation bar with the ECCO Verde logo, a customer service hotline (0800 55 66 40 533), and a 'Sichere Bestellung' (Secure Order) icon. Below the navigation bar is a progress indicator with five steps: 1. Meine Daten, 2. Versandadresse, 3. Zahlungsart, 4. Versandoptionen (current step), and 5. Bestellung überprüfen. The main content area features a prominent green box with the text 'SAME DAY - ZUSTELLUNG HEUTE' and 'Veloblitz Express'. Below this, it states 'Voraussichtliche Zustellung: Do., 19. Aug. (ab 17:00 Uhr)'. A blue circle icon is next to the text: 'Bestellen Sie bis 13:00 Uhr und erhalten Sie Ihr Paket blitzschnell und CO2-neutral. Die Zustellung wird telefonisch angekündigt. [Weitere Informationen](#)'. To the right of this text is the 'VELOBLITZ' logo. Below the green box, there is a radio button for 'UPS Express (+ € 8,90)' with the UPS logo. A dropdown menu asks 'Wie soll die Rechnung versendet werden?' with the selected option 'umweltschonend an Ihre E-Mail-Adresse'. Under 'Geschenkverpackung:', there is a checkbox for 'Die Bestellung in einer Geschenkbox verpacken (Aufpreis: € 1,90)'. Below this, there is a small image of a gift box and a card, with text: 'Überraschen Sie Ihre Lieben mit einer netten Überraschung, verpackt in einer originellen und hochwertigen Geschenkbox aus Naturpapier. Zusätzlich können Sie der Bestellung eine personalisierte Grußkarte beilegen.' At the bottom of the page, a dark green banner contains the text 'Fünf Städte in Österreich: Same Day Zustellung'.

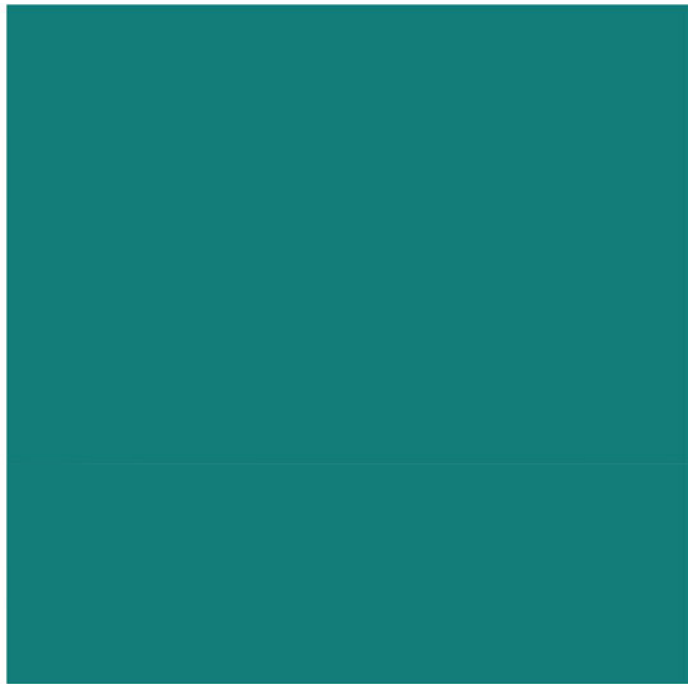
NICESHOPS

Our Focus is on Humans.



BLACK FRIDAY SALE

~ 9% des Jahresumsatzes
In etwa 3-fache Paketvolumen in 24h
Seltsame Kundenwünsche...





Thank
you!







Graz Backstage

Dipl.-Ing. Michael Hieslmair; Dipl.-Ing. Dr. Michael Zinganel

Dipl.-Ing.

Michael Hieslmair

- Architekt, Künstler und Kulturhistoriker in Wien
- Mitbegründer und Vorstand der Forschungsplattform Tracing Spaces

Dipl.-Ing. Dr.

Michael Zinganel

- Architekt, Künstler und Kulturhistoriker in Wien
- Mitbegründer und Vorstand der Forschungsplattform Tracing Spaces

Graz Backstage

Abstract

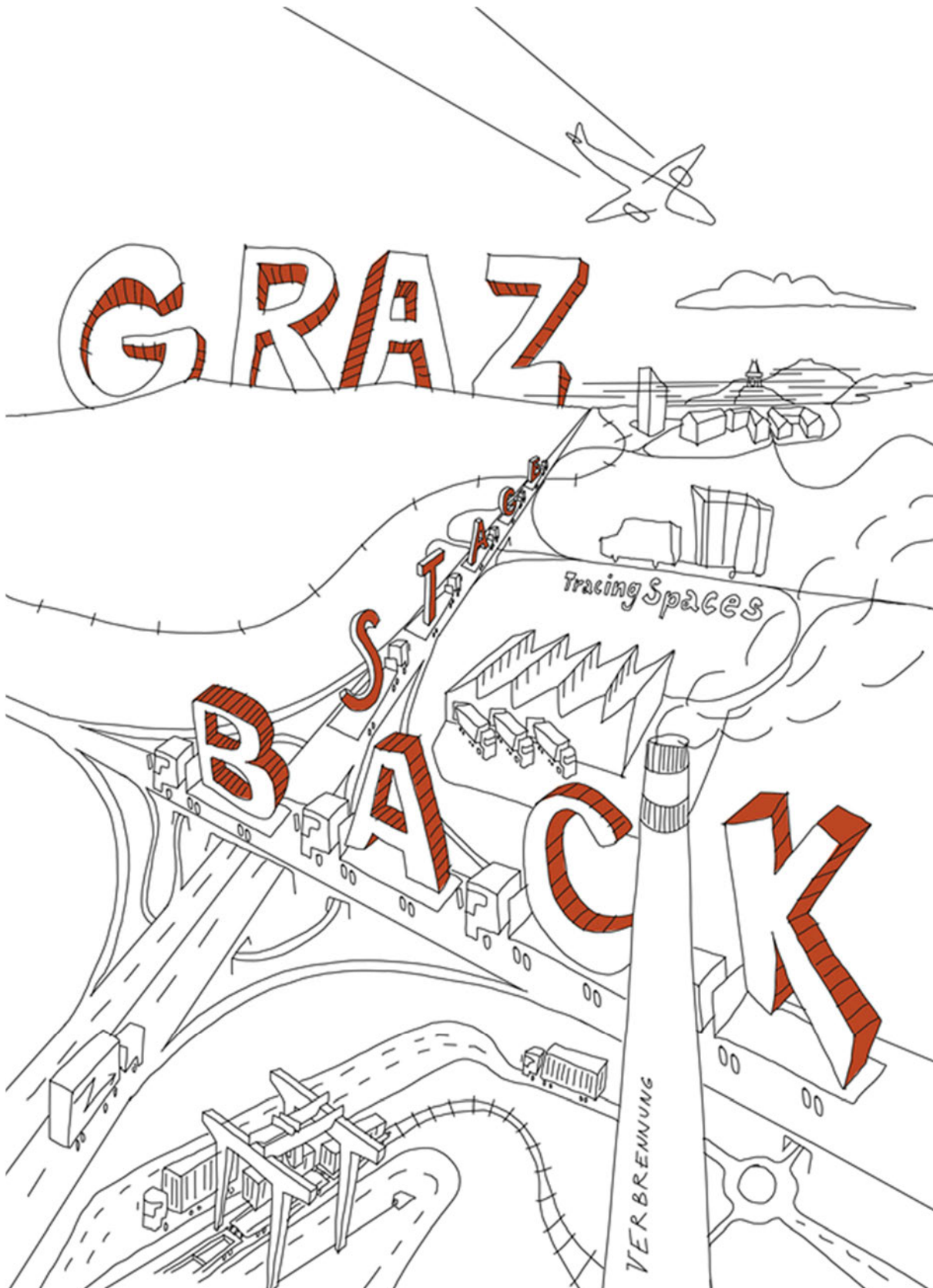
Graz Backstage ist ein wissenschaftliches und künstlerisches Forschungs- und Ausstellungsprojekt über den analogen Stoffwechsel einer Stadt und die Mobilitätsströme an Gütern und Personen, die sie durchziehen. Betrachten wir diesen näher dann lässt sich „Stadt“ NICHT auf das Territorium innerhalb ihrer politischen Grenzen reduzieren.

Graz Backstage untersucht die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der „Infrastrukturen“ zur Ver- und Entsorgung der Stadt: Verkehrskorridore, -netze, Flugverbindungen, Fahrzeuge aller Art, Güterumschlagplätze und Regelwerke, die den transnationalen Gütertausch regeln. Verteilerzentren werden dabei nicht als ein singulärer Ort oder auf ein einzelnes Gebäude reduziert wahrgenommen, sondern als weiträumiges Netzwerk miteinander in Beziehung stehender Verkehrswege und „Knoten“, ohne die „Stadt“ heute nicht mehr existieren kann. Zum anderen finden die komplexen voneinander abhängigen Prozesse zur Ver- und Entsorgung auch unmittelbar in der Stadt statt – tagtäglich rund um die Uhr, allerdings mehrheitlich von den Bewohner*innen und Nutznießer*innen aus der Wahrnehmung ausgeblendet oder verdrängt.

Trotz Logistik 4.0 sind es Menschen aus unterschiedlichsten sozialen Milieus, die diesen Warenaustausch organisieren, die Lagerhaltung optimieren, den Verkehr regeln, die Fahrzeuge steuern und die Waren aus- und einladen. Für diese Akteur*innen stellen die vermeintlichen geschichtslosen Nicht-Orte an den Peripherien und ihre Satelliten in den Zentren jedoch Sinn stiftende, mit Geschichte(n) aufgeladene Lebenswelten dar.

Im Projekt wurden reale historische und aktuelle Entwicklungen sowie auch Forschungen zur Zukunft, die mit individuellen Schicksalen, Lebensräumen und lokalen Firmengeschichten verknüpft sind, in partizipativen Workshops mit Expert*innen des Logistik-Alltags recherchiert, kartographiert und projektiv in die Zukunft fortgeschrieben.

In unserem Beitrag stellen wir interdisziplinäre Methoden vor, die zur Anwendung kommen sowie Ansätze ihrer Visualisierungen.



<https://tracingspaces.net/grazbackstage/>

Abbildung: Hieslmair & Zinganel | Tracing Spaces, Graz Backstage ein Projekt im Rahmen von „Graz Unser Kulturjahr 2020–21“

**Keywords:**

Infrastrukturen, Mobilitätsströme, Stoffströme, Stoffwechsel, Mapping, Kartographie, Lebenswelten

Literatur (Auszug)

Alle angeführten Publikationen sind in Co-Autorenschaft bzw. -
Herausgeberschaft von Michael Hieslmair und Michael Zinganel entstanden

- [1] Stop and Go. Nodes of Transformation and Transition, Sternberg Press 2019,
<https://tracingspaces.net/book-launch-in-berlin/>

- [2] Road*Registers. Aufzeichnungen mobiler Lebenswelten, Ausstellungskatalog,
Akademie der Bildenden Künste Wien, Wien 2017
<https://tracingspaces.net/road-registers/>

- [3] dérive - Zeitschrift für Stadtforschung, No.63/ 2016, Schwerpunkt: Korridore
der Mobilität - Knoten, Akteure, Netzwerke <http://www.derive.at>

- [4] Stop and Go. Investigating Nodes of Transformation and Transition, in: Kevin
Hannam, Aslak Aamot Kjaerulff, Sven Kesselring, Peter F. Peters (Hg.):
Envisioning Networked Urban Mobilities: Art, Performances, Impacts
(Networked Urban Mobilities Series) (Volume 3) Routledge, London 2017, S.
96–108.

- [5] Mobilitätserfahrungen und Grenz-Infrastruktur. Bus-Stop Nickelsdorf 2015,
eine Bestandsaufnahme, in: ›mcsj› Mobile Culture Studies. The Journal, Vol. 2
2016, S. 157–164. <http://unipub.uni-graz.at/mcsj>,
<https://tracingspaces.net/bus-stop/>

Autoren - Partner:

Initiatoren und Projektleiter:

Michael Hieslmair und Michael Zinganel, Architekten, Künstler und Kulturhistoriker in Wien, Mitbegründer der Forschungsplattform Tracing Spaces, die in transdisziplinären Projekten Wechselwirkungen von (Massen-)Tourismus, Migration, Mobilität wie Logistik und Raumentwicklung untersucht: u. a. „Holiday after the Fall – Seaside Architecture and Urbanism in Bulgaria and Croatia“ (2012-15) und „Stop and Go: Nodes of Transformation and Transition“ (2014-16) Raumproduktion und -Aneignung entlang der Verkehrskorridore zwischen Ost- und Westeuropa. Seit 2015 arbeiten sie am und über den Wiener Nordwestbahnhof, dem letzten innerstädtischen Logistik-Knoten, der demnächst einem neuen Stadtteil weichen wird müssen.

*Projektpartner*innen aus der Wissenschaft:*

Ulrich Ermann, Professor für Humangeographie und Leiter des Grazer Instituts für Geographie und Raumforschung

Christian Landschützer, Professor am Institut für Technische Logistik / TU Graz

Johanna Rolshoven, Leiterin des Instituts für Kulturanthropologie und Europäische Ethnologie an der Universität Graz

Justin Winkler, Musikwissenschaftler und Humangeograph

Danko Simic, Universitätsassistent am Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz

*Kooperationspartner*innen aus dem Kulturbetrieb:*

HDA, Haus der Architektur Graz, Beate Engelhorn, Geschäftsführerin

Radio Helsinki, Graz

*Projektpartner*innen aus der Wirtschaft*

Cargo Center Graz

Post AG, Logistik

Saubermacher Dienstleistungs AG

SERVUS, Holding Graz & Saubermacher

SPAR, Logistik

Mehr zu unseren Projekten unter: <https://tracingspaces.net>



Konzepte zur Nutzung von Knowledge-based Engineering in der Planung intralogistischer Systeme

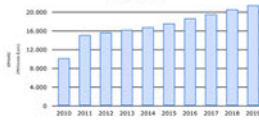
Alexander Ortner-Pichler, Christian Landschützer



Einleitung

Im Rahmen des Forschungsfelds „Logistik Technologie“ wird an der **Steigerung der Effizienz des Planungsprozesses** intralogistischer Systeme, durch den gezielteren Einsatz von IT-Tools, geforscht. Im Speziellen wird versucht dieses Ziel durch die **Entwicklung einer neuen KBE-Methode** zu erreichen, die an die Randbedingungen des Planungsprozesses intralogistischer Systeme angepasst ist. Die Notwendigkeit dieser Effizienzsteigerung ergibt sich einerseits aus den stetig steigenden Umsätzen der KEP-Branche (vor allem eCommerce) und den steigenden Investitionen in Logistikimmobilien.

Umsatz von Kurier-, Express- und Paketdiensten [1] (Deutschland)



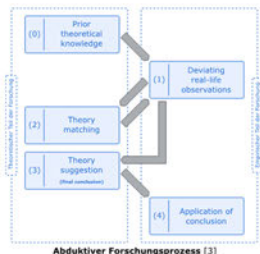
Transaktionsvolumen für Logistikimmobilien [2] (Deutschland; Einzel- & Portfolioideals)



Forschungsprozess & Methodenentwicklung

Der Forschungsarbeit liegt ein **abduktiver Forschungsprozess** zu Grunde. Die Beobachtung, dass sich die praktisch umgesetzten von den theoretisch formulierten (0) Planungsprozessen unterscheiden, stellt den Ausgangspunkt (1) der Forschung dar.

Planungsprozesse intralogistischer Systeme anzupassen scheidet jedoch (2). Im Prozessschritt der Theory Suggestion (3) wird daher eine neue KBE-Methode entwickelt, die die Spezifika der Intralogistik entsprechend berücksichtigt.



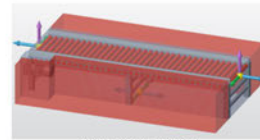
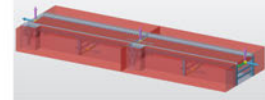
Der Versuch bestehende Methoden (vorrangig aus den Bereichen Knowledge-based Engineering und Wiederverwendung parametrischer 3D-Konstruktionen) an die Randbedingungen (siehe [4]) des

Hierzu wird eine **Heuristik nach Pappos von Alexandria** verwendet, die im Rückwärtsschreiten (A2) ein intralogistisches System in seine Netzwerkwerk- sowie Maschineninformation, erweitert um entsprechende Randbedingungen zerlegt. Im Vorwärtsschreiten (A3) werden die Randbedingungen dazu genutzt um die Maschineninformation einzugrenzen und die Netzwerkinformation aus der Maschineninformation generiert.

KBE Methode

Die Methode gründet auf Schlüsselkonzepten: [5]

- **Export und Re-Import:** Alle Daten werden aus den entsprechenden Quellen exportiert und nach Verwendung mit der Methode wieder importiert um einen nahtlosen Übergang in der IT-Infrastruktur zu gewährleisten.
- **Black-Box Abbildung:** Alle Gewerke werden als scharf abgegrenzte Entitäten abgebildet um die Komplexität zu verringern.
- **Interfaces:** Die einzelnen Gewerke werden durch Interfaces verbunden. Damit lassen sich Parameter abgleichen und Netzwerke bilden.
- **Objektorientierte Struktur:** Die objektorientierte Struktur ermöglicht rasche Ableitung verschiedener Varianten.
- **Gruppierung:** Durch die Gruppierung lassen sich einzelne Fördererabschnitte oder größere Subsysteme effizient generieren.



Black-Box Abbildung [5]

Prototypische Umsetzung

Die Abbildung zeigt eine prototypische Umsetzung zur **Generierung eines Hochregallagers (HRL)**. In der web-basierten Anwendung lässt sich ein automatisiertes HRL anhand weniger Parameter konfigurieren und die Spielzeiten anhand der FEM 9.851 berechnen. Die nötigen Leistungsdaten werden aus einer Datenbank geladen.



HRL-Tool [6]

Das zweite Konzept zeigt eine web-basierte Anwendung zur **Konfiguration eines elektrischen Transformators**. Die Hoch- und Niederspannungsisolatoren können dabei aus einem Verzeichnis fast ohne Aufbereitung und Restriktionen an das 3D-Modellformat geladen werden. Die Anwendung erstellt nach der Konfiguration eine 2D-Zeichnungsableitung, die als pdf-Datei bezogen werden kann.



Transformator

Der letzte Software-Prototyp zeigt eine Implementierung, die weite Teil der Methode im Kontext der Intralogistik umsetzt. In der **web-basierten, 3D-fähigen GUI** können Stetigförderer aus einem Katalog (links oben) gewählt und durch Verbindung der Interfaces über das Menü rechts unten oder interaktiv in der 3D-Ansicht zu einem Netzwerk verbunden werden.

Werden Parameter (rechts oben) verändert, wird eine Prozesskette in Gang gesetzt, die Parameteränderung in ein 3D-Modell (PTC Creo) zur detaillierten Maschinenkonfiguration einspielt, das geänderte Modell exportiert, konvertiert und wieder in der 3D-GUI anzeigt.



web-basierte Implementierung der Methode [5]

Literatur

[1] Bundesverband Paket und Expresslogistik e.V. (BIEK). Umsatz von Kurier-, Express- und Paketdiensten (KEP) in Deutschland in den Jahren 2010 bis 2019 (in Millionen Euro). In: Statista - Das Statistik-Portal, Zugriff am 10.09.2020, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/154823/umfrage/umsatz-von-paket-und-kurierdiensten-in-deutschland/>

[2] BNP Paribas Real Estate (n.d.). Investments in Gewerbeimmobilien in Deutschland in den Jahren von 2011 bis 2019 nach Art des Objekts (in Millionen Euro). In: Statista - Das Statistik-Portal, Zugriff am 10.9.2020, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/302663/umfrage/transaktionsvolumen-auf-dem-ir-erstmietmarkt-fuer-logistikimmobilien/>

[3] Kovács, Öytüngü, Spens, Karen M.: Abductive reasoning in logistics research. In: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 35, Iss. 2, Emerald, Bingley, 2005. S. 132-144

[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. (WOTL), 2020. S. 47-59

[5] Ortner-Pichler, Alexander, Landschützer, Christian: Concepts for the use of Knowledge-based engineering in intralogistics system planning. In: MHCL 2019 - XXIII International Conference on 'Material Handling, Construction and Logistics'. Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade University, 2019. S. 235-238

[6] Ortner-Pichler, A., Landschützer, C.: 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.

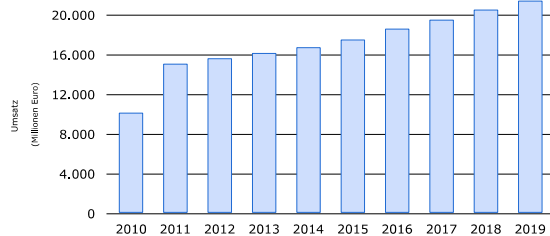


Einleitung

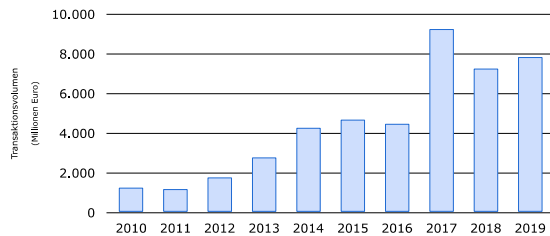
Im Rahmen des Forschungsfelds „Logistik Technologie“ wird an der **Steigerung der Effizienz des Planungsprozesses** intralogistischer Systeme, durch den gezielteren Einsatz von IT-Tools, geforscht. Im Speziellen wird versucht dieses Ziel durch die **Entwicklung einer neuen KBE-Methode** zu erreichen, die an die Randbedingungen des Planungsprozesses intralogistischer Systeme angepasst ist.

Die Notwendigkeit dieser Effizienzsteigerung ergibt sich einerseits aus den stetig steigenden Umsätzen der KEP-Branche (vor allem eCommerce) und den steigenden Investitionen in Logistikimmobilien.

Umsatz von Kurier-, Express- und Paketdiensten [1]
(Deutschland)

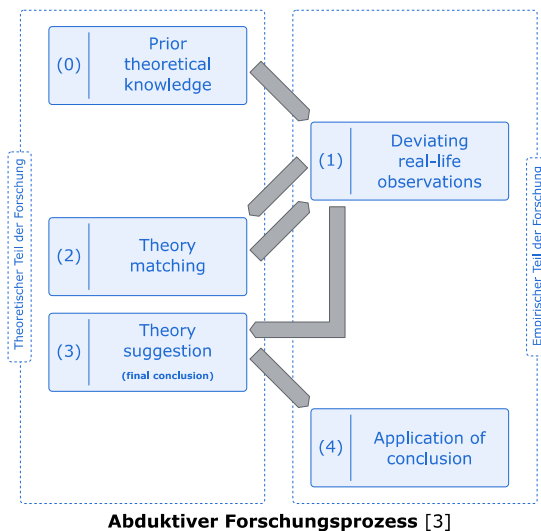


Transaktionsvolumen für Logistikimmobilien [2]
(Deutschland; Einzel- & Portfoliodeals)



Forschungsprozess & Methodenentwicklung

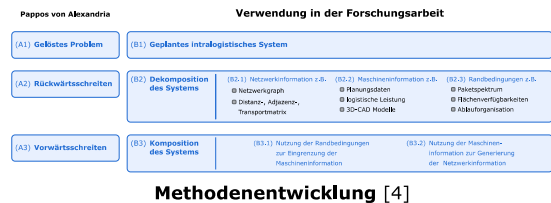
Der Forschungsarbeit liegt ein **abduktiver Forschungsprozess** zu Grunde. Die Beobachtung, dass sich die praktisch umgesetzten von den theoretisch formulierten (0) Planungsprozessen unterscheiden, stellt den Ausgangspunkt (1) der Forschung dar.



Der Versuch bestehende Methoden (vorrangig aus den Bereichen Knowledge-based Engineering und Wiederverwendung parametrischer 3D-Konstruktionen) an die Randbedingungen (siehe [4]) des

Planungsprozesses intralogistischer Systeme anzupassen scheidert jedoch (2).

Im Prozessschritt der Theory Suggestion (3) wird daher eine neue KBE-Methode entwickelt, die die Spezifika der Intralogistik entsprechend berücksichtigt.



Hierzu wird eine **Heuristik nach Pappos von Alexandria** verwendet, die im Rückwärtsschreiten (A2) ein intralogistisches System in seine Netzwerk- sowie Maschineninformation, erweitert um entsprechende Randbedingungen zerlegt. Im Vorwärtsschreiten (A3) werden die Randbedingungen dazu genutzt um die Maschineninformation einzugrenzen und die Netzwerkinformation aus der Maschineninformation generiert.

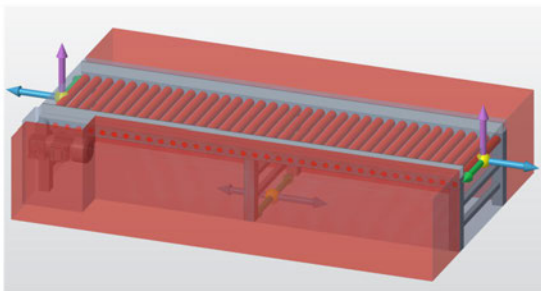
KBE Methode

- **Export und Re-Import:**

Alle Daten werden aus den entsprechenden Quellen exportiert und nach Verwendung mit der Methode wieder importiert um einen nahtlosen Übergang in der IT-Infrastruktur zu gewährleisten.

- **Black-Box Abbildung:**

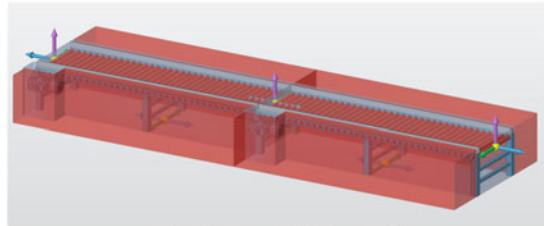
Alle Gewerke werden als scharf abgegrenzte Entitäten abgebildet um die Komplexität zu verringern.



Black-Box Abbildung [5]

- **Interfaces:**

Die einzelnen Gewerke werden durch Interfaces verbunden. Damit lassen sich Parameter abgleichen und Netzwerke bilden.



Black-Box Abbildung [5]

- **Objektorientierte Struktur:**

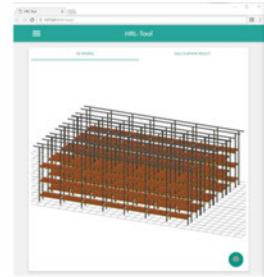
Die objektorientierte Struktur ermöglicht rasche Ableitung verschiedener Varianten.

- **Gruppierung:**

Durch die Gruppierung lassen sich einzelne Fördererabschnitte oder größere Subsysteme effizient generieren.

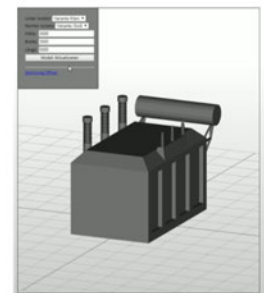
Prototypische Umsetzung

Die Abbildung zeigt eine prototypische Umsetzung zur **Generierung eines Hochregallagers (HRL)**. In der web-basierten Anwendung lässt sich ein automatisiertes HRL anhand weniger Parameter konfigurieren und die Spielzeiten anhand der FEM 9.851 berechnen. Die nötigen Leistungsdaten werden aus einer Datenbank geladen.

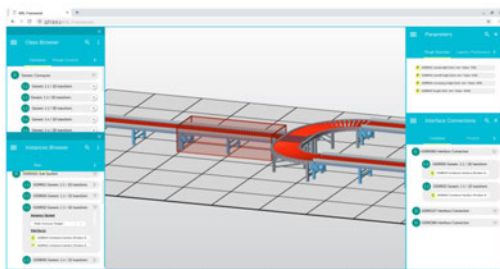


HRL-Tool [6]

Das zweite Konzept zeigt eine web-basierte Anwendung zur **Konfiguration eines elektrischen Transformators**. Die Hoch- und Niederspannungsisolatoren können dabei aus einem Verzeichnis fast ohne Aufbereitung und Restriktionen an das 3D-Modellformat geladen werden. Die Anwendung erstellt nach der Konfiguration eine 2D-Zeichnungsableitung, die als pdf-Datei bezogen werden kann.



Transformator



web-basierte Implementierung der Methode [5]

Der letzte Software-Prototyp zeigt eine Implementierung, die weite Teil der Methode im Kontext der Intralogistik umsetzt. In der **web-basierten, 3D-fähigen GUI** können Stetigförderer aus einem Katalog (links oben) gewählt und durch Verbindung der Interfaces über das

Menü rechts unten oder interaktiv in der 3D-Ansicht zu einem Netzwerk verbunden werden.

Werden Parameter (rechts oben) verändert, wird eine Prozesskette in Gang gesetzt, die Parameteränderung in ein 3D-Modell (PTC Creo) zur detaillierten Maschinenkonfiguration einspielt, das geänderte Modell exportiert, konvertiert und wieder in der 3D-GUI anzeigt.

Materialflussanalyse und –optimierung in einem Großhandelsunternehmen

Christoph Klade, BSc.



Einleitung

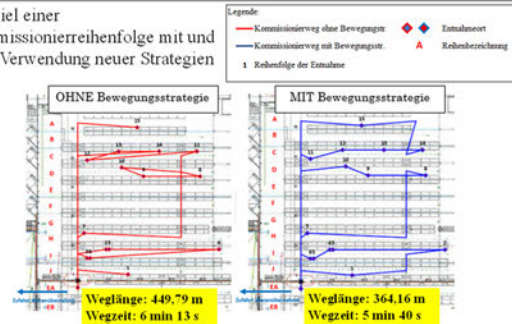
Die Frauenthal Service AG ist als selbstständiges Dienstleistungsunternehmen eine Division der Frauenthal Handel Gruppe. Als Großhändler für Sanitär-, Heizungs- und Installationstechnik ist die Frauenthal Handel Gruppe Marktführer in Österreich und liefert ausschließlich an Dienstleistungsbetriebe.

Durch die stark steigende Anzahl an Bestellungen, ist das derzeitige manuelle Kommissioniersystem mittlerweile an die Kapazitätsgrenzen gestoßen. Die zusätzlichen Aufträge und auch die Auftragsschwankungen wurden durch einen erhöhten Personalaufwand, zum Teil auch durch Leiharbeiter, abgefangen. Die Prozessoptimierungen in diesem Bereich sind meist mit einem hohen personellen, wie auch finanziellen Aufwand verbunden und bedürfen fundierter Kennzahlen als Entscheidungsgrundlage.



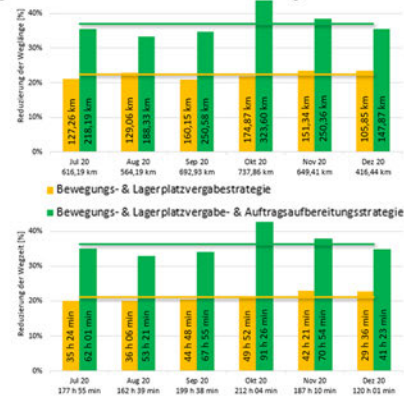
Anwendung neuer Strategien

Beispiel einer Kommissionierreihenfolge mit und ohne Verwendung neuer Strategien



Ergebnisse

Beispielhafte Reduzierungen der Kommissionierweglängen und Wegzeiten durch neue Kommissionierstrategien im Kleinteilelager



Ziele

- Untersuchung des Materialflusses im Zentrallager
- Ermittlung der Effizienz des aktuellen Kommissioniersystems
- Planung neuer Kommissionierstrategien
- Anwendung der Strategien auf das gelagerte Sortiment
- Berechnungsmodell zur Ermittlung von Vergleichskennzahlen erarbeiten
- Vergleich der Kommissionierleistung vor und nach der Optimierung



Vorgehensweise

- Materialflussuntersuchung nach VDI 2689
 - Bestandsanalyse (ABC-XYZ)
 - Visualisierung des Lagers mit eingelagertem Sortiment
- Ausarbeitung angepasster Kommissionierstrategien
 - Lagerplatzvergabe
 - Bewegungsstrategie
 - Auftragsaufbereitungsstrategie
- Überprüfung und Bewertung der Planungsvarianten mittels VBA
 - Ermittlung der Kommissionierwege und Wegzeiten
 - Vergleich der Kommissionierleistung vor und nach Optimierung

Zusammenfassung und Ausblick

- Detaillierte Abbildung des Ist-Zustands
- Neuplanung des Kommissioniersystems:
 - Lagerplatzvergabe: Einlagerung des Sortiments durch neu programmierten Algorithmus
 - Bewegungsstrategie: Anpassung durch Heuristiken an Prozess und räumliche Anordnung
 - Auftragsaufbereitung: Neugestaltung zur Einhaltung der Zeitrestriktionen im Prozess
- Kommissionierweglängen um durchschnittlich 24 – 37 % reduziert
- Wegzeiten um durchschnittlich 19 – 36 % reduziert
- Ergebnisse als Entscheidungsgrundlage für weitere Maßnahmen zur Prozessoptimierung

Aufgrund steigender Bestellzahlen und der für Mitte/Ende 2021 geplanten Standorterweiterung, werden Prozessveränderungen zur Steigerung der Fehlerfreiheit (Qualität) und der Durchlaufzeitverkürzung zu unausweichlichen Aufgaben des Managements. Die Erkenntnisse aus der Masterarbeit wurden seitens Frauenthal Service AG aufgegriffen und für die weitere Realisierung im Kommissioniersystem herangezogen.



Einleitung

Die Frauenthal Service AG ist als selbstständiges Dienstleistungsunternehmen eine Division der Frauenthal Handel Gruppe. Als Großhändler für Sanitär-, Heizungs- und Installationstechnik ist die Frauenthal Handel Gruppe Marktführer in Österreich und liefert ausschließlich an Dienstleistungsbetriebe.

Durch die stark steigende Anzahl an Bestellungen, ist das derzeitige manuelle Kommissioniersystem mittlerweile an die Kapazitätsgrenzen gestoßen. Die zusätzlichen Aufträge und auch die Auftragschwankungen wurden durch einen erhöhten Personalaufwand, zum Teil auch durch Leiharbeiter, abgefangen. Die Prozessoptimierungen in diesem Bereich sind meist mit einem hohen personellen, wie auch finanziellen Aufwand verbunden und bedürfen fundierter Kennzahlen als Entscheidungsgrundlage.




Ziele

- Untersuchung des Materialflusses im Zentrallager
- Ermittlung der Effizienz des aktuellen Kommissioniersystems
- Planung neuer Kommissionierstrategien
- Anwendung der Strategien auf das gelagerte Sortiment
- Berechnungsmodell zur Ermittlung von Vergleichskennzahlen erarbeiten
- Vergleich der Kommissionierleistung vor und nach der Optimierung



Vorgehensweise

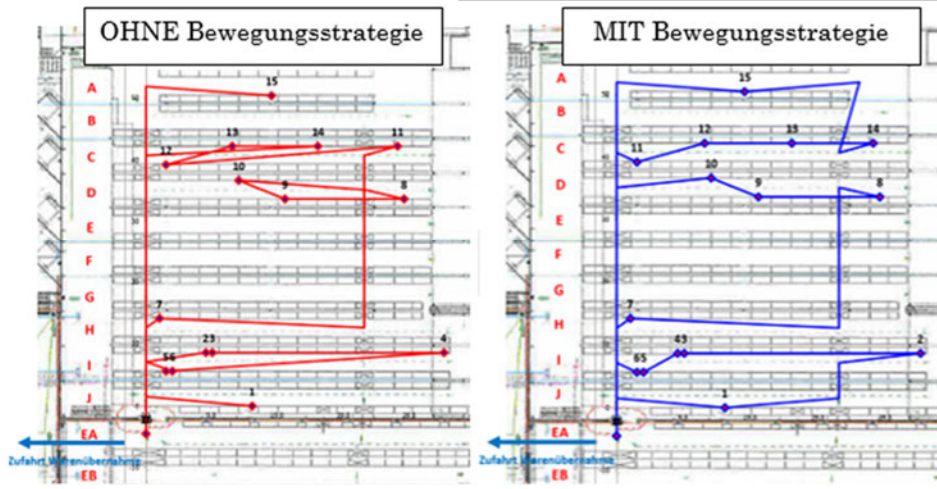
- Materialflussuntersuchung nach VDI 2689
 - Bestandsanalyse (ABC-XYZ)
 - Visualisierung des Lagers mit eingelagertem Sortiment
- Ausarbeitung angepasster Kommissionierstrategien
 - Lagerplatzvergabestrategie
 - Bewegungsstrategie
 - Auftragsaufbereitungsstrategie
- Überprüfung und Bewertung der Planungsvarianten mittels VBA
 - Ermittlung der Kommissionierwege und Wegzeiten
 - Vergleich der Kommissionierleistung vor und nach Optimierung

Anwendung neuer Strategien

Beispiel einer Kommissionierreihenfolge mit und ohne Verwendung neuer Strategien

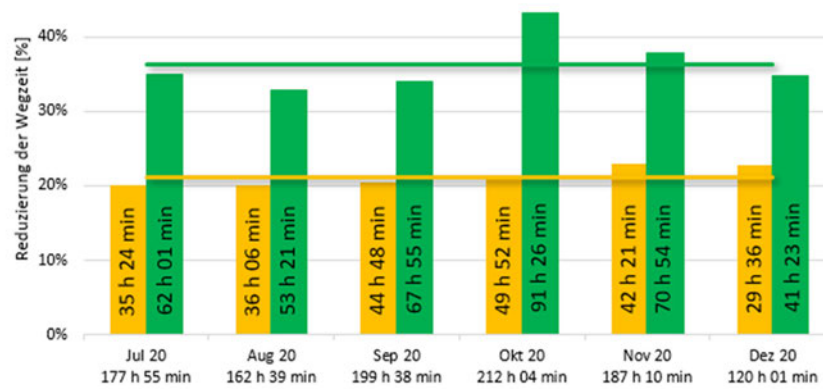
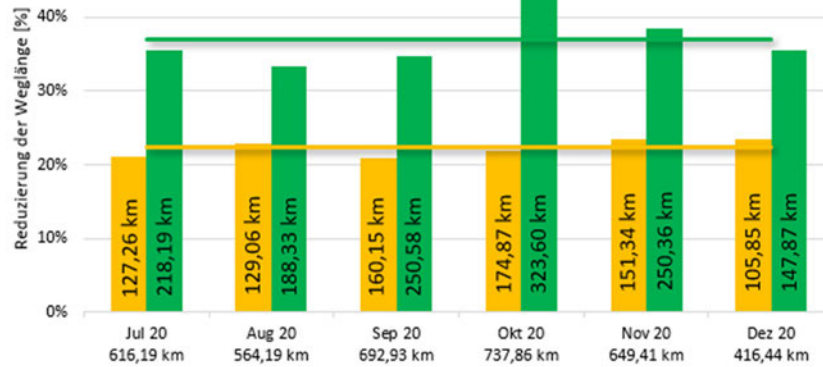
Legende:

- Kommissionierweg ohne Bewegungsstr.
- Kommissionierweg mit Bewegungsstr.
- ◆ Entnahmeort
- ◆ Entnahmeort
- A Reihenbezeichnung
- 1 Reihenfolge der Entnahme



Ergebnisse

Beispielhafte Reduzierungen der Kommissionierweglängen und Wegzeiten durch neue Kommissionierstrategien im Kleinteilelager



Zusammenfassung und Ausblick

- Detaillierte Abbildung des **Ist-Zustands**
- **Neuplanung des Kommissioniersystem:**
 - Lagerplatzvergabe: Einlagerung des Sortiments durch neu programmierten **Algorithmus**
 - Bewegungsstrategie: Anpassung durch **Heuristiken** an Prozess und räumliche Anordnung
 - Auftragsaufbereitung: **Neugestaltung** zur Einhaltung der Zeitrestriktionen im Prozess
- **Kommissionierweglängen** um durchschnittlich **24 – 37 %** reduziert
- **Wegzeiten** um durchschnittlich **19 – 36 %** reduziert
- Ergebnisse als **Entscheidungsgrundlage** für weitere Maßnahmen zur Prozessoptimierung

Aufgrund steigender Bestellzahlen und der für Mitte/Ende 2021 geplanten Standorterweiterung, werden Prozessveränderungen zur Steigerung der Fehlerfreiheit (Qualität) und der Durchlaufzeitverkürzung zu unausweichlichen Aufgaben des Managements. Die Erkenntnisse aus der Masterarbeit wurden seitens Frauenthal Service AG aufgegriffen und für die weitere Realisierung im Kommissioniersystem herangezogen.



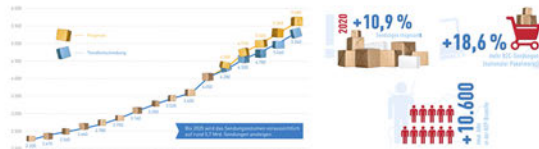
Vorgehensmodell zur konzeptionellen Planung von Sortier- und Verteilzentren



Dipl.-Ing. Martin Knödl

Einleitung

Die KEP-Branche (Kurier-Express-Paket) ist eine der am rasantesten wachsenden Branchen weltweit und bildet das Rückgrat von vielen Businessmodellen im E-Commerce. In der nachfolgenden Abbildung ist das gesamte Paketaufkommen in Deutschland dargestellt, welches sich seit 2010 beinahe verdoppelt hat. Die Covid-19-Pandemie entpuppte sich dabei als zusätzlicher Treiber, wodurch sich das Wachstum im Jahr 2020 auf 10,9% erhöhte. [1]



Prognostizierte Entwicklung der KEP-Sendungsvolumina bis 2025 (in Mio. Sendungen) [1]

Auch in Österreich gibt es diese enormen Zuwächse im Paketbereich und stellen die Logistikdienstleister vor große Herausforderungen. Im abgelaufenen Jahr 2020 transportierte die Österreichische Post AG im Durchschnitt rund 550.000 Pakete/Tag. Während des Weihnachtsgeschäftes im Dezember stieg diese Zahl auf über 800.000, der Tagesrekord lag bei 1,3 Mio. Paketen/Tag. Dieser lag im Vergleichsjahr 2019 noch bei 765.000 Paketen. [2,3] Des Weiteren gibt es zwei Sendungsbereiche mit einem besonders starken Wachstum. Einerseits sind dies Kleinsendungen (z. B. Polybags), andererseits der Sperrgutsendungen. [4]

Ziele und Forschungsfragen

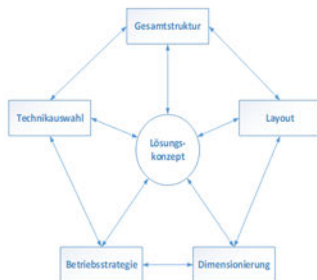
Das Ziel des Dissertationsvorhabens ist es als Synthese der Methodenentwicklung ein Vorgehensmodell zur konzeptionellen Planung von Sortier- und Verteilzentren zu erstellen, welches einen Planungsprozess ganzheitlich und wissenschaftlich neu definiert und somit eine gesicherte Basis für den erfolgreichen Bau und Betrieb eines Verteilzentrums liefert. Es soll ein Bogen zwischen den bestehenden Planungssystematiken hin zu neuen vorausschauenden, wissensbasierter Planungsmodelle gespannt werden. Hierbei sollen auch neue Ideen im Bereich der Sortierung (z. B. fahrerlose Transportfahrzeuge) oder auch automatische Be- und Entladetechniken miteinbezogen werden. Durch das Einbinden von mehreren Experten der KEP-Branche sollen auch Erfahrungen und Probleme aus den jeweiligen Unternehmen einfließen

Forschungsfragen:

- Welche bestehenden Ansätze eignen sich für die projektindividuelle Planung eines Sortier- und Verteilsystems für die KEP-Branche?
- In welcher Reihenfolge müssen die Sub-Planungsprobleme gelöst werden und welche Interdependenzen gibt es zu beachten?
- In welcher Form müssen aktuelle bzw. zukünftige Kundenanforderungen beachtet werden? Bspw. Same-Day-Delivery, Wunschtage-Zustellung, Last-Mile-Zustellung, Nachhaltigkeit (Wandlungsfähigkeit / Flexibilität), Veränderungen im Sendungsspektrum („Polybags“).
- Welche praxistauglichen Werkzeuge eignen sich zur Unterstützung der einzelnen Planungsschritte?

Problemstellung

Die Planung der Sortier- und Verteilzentren gestaltet sich immer komplexer, da die Anforderungen in den letzten Jahren enorm gestiegen sind. Anstatt 5.000 Sendungen/ Stunde stieg die Anzahl bei großen Hubs um das Zehnfache auf 50.000 Sendungen/Stunde. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Wechselwirkungen der verschiedenen Planungsaufgaben [6]. Bei diesem Planungsprozess gilt es sich besonders mit dem Polylemma aus den Elementen Qualität, Zeit, Kosten, sowie Dynamik auseinanderzusetzen.



Sortier- und Verteilzentren sind

- Maßgebend für die Leistungsfähigkeit der KEP-Netzwerke
- Für ca. 25% der Gesamtkosten in der Logistikkette verantwortlich
- Leistung und Kosten werden vorwiegend in der konzeptionellen Planungsphase festgelegt

Mögliche negative Auswirkung durch Fehlplanung

- Minderleistung des Verteil- und Sortiersystems
- Verschwendung von Ressourcen (Räumlichkeiten, Anlagen)
- Gefährdung der Wettbewerbsfähigkeit durch hohe Betriebskosten
- Hohe Planungskosten durch ineffiziente Prozesse

Methodik und Ergebnisse

Methodik:

1. Analyse Stand der Wissenschaft und Technik
2. Screenings aktueller Sortier- und Verteilzentren
3. Experteninterviews „Planungsprozess in der Praxis“
4. Entwicklung des Vorgehensmodells und der unterstützenden Werkzeuge
5. Validierung des Vorgehensmodells sowie der Werkzeuge



Statische Simulationsrechnung



Systematischer Angebotsvergleich



TCO-Einflüsse



Ereignisorientierte Simulation

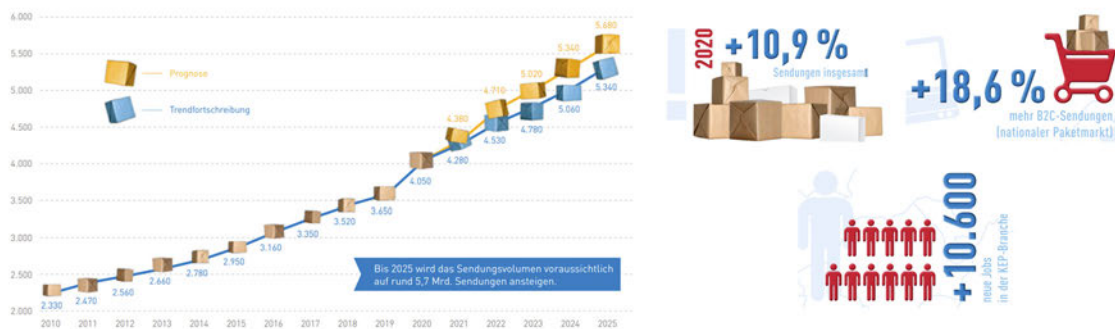
Literatur

[1] Esser, K., Kurze, J.: KEP-Studie 2020 – Analyse des Marktes in Deutschland. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e.V. (BIEK), Cologne (2020)
 [2] Österreichische Post: Geschäftsbericht 2020, S.3 (2020)
 [3] Österreichische Post: 165 Millionen Pakete im 2020 – Post verzeichnet gewaltigen Mengenrekord. In: Pressemitteilung 2021-01-04 12:06:46
 [4] M. Schädler, M. Schädler, M. Knödl, D. Prims, C. Landschützer, und A. Katterfeld, „Characteristics of ‘polybags’ used for low-value consignments (small parcels) in the mail, courier, ex-press and parcel industry“, In: Logistics Journal (2021), submitted.
 [5] Knödl, M., Landschützer C., Hofmann M.: Sortieren und Verteilen – Challenge accepted!, In: Jahrbuch der Logistikforschung (2021), submitted.



Einleitung

Die KEP-Branche (Kurier-Express-Paket) ist eine der am rasantesten wachsenden Branchen weltweit und bildet das Rückgrat von vielen Businessmodellen im E-Commerce. In der nachfolgenden Abbildung ist das gesamte Paketaufkommen in Deutschland dargestellt, welches sich seit 2010 beinahe verdoppelt hat. Die Covid-19-Pandemie entpuppte sich dabei als zusätzlicher Treiber, wodurch sich das Wachstum im Jahr 2020 auf 10,9 % erhöhte. [1]

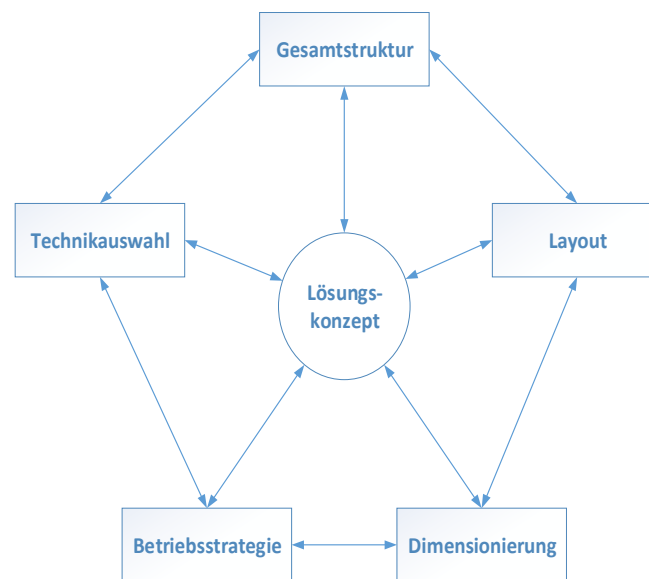


Prognostizierte Entwicklung der KEP-Sendungsvolumina bis 2025 (in Mio. Sendungen) [1]

Auch in Österreich gibt es diese enormen Zuwächse im Paketbereich und stellen die Logistikdienstleister vor große Herausforderungen. Im abgelaufenen Jahr 2020 transportierte die Österreichische Post AG im Durchschnitt rund 550.000 Pakete/Tag. Während des Weihnachtsgeschäftes im Dezember stieg diese Zahl auf über 800.000, der Tagesrekord lag bei 1,3 Mio. Paketen/Tag. Dieser lag im Vergleichsjahr 2019 noch bei 765.000 Paketen. [2,3] Des Weiteren gibt es zwei Sendungsbereiche mit einem besonders starken Wachstum. Einerseits sind dies Kleinsendungen (z. B. Polybags), andererseits der Sperrgutsendungen. [4]

Problemstellung

Die Planung der Sortier- und Verteilzentren gestaltet sich immer komplexer, da die Anforderungen in den letzten Jahren enorm gestiegen sind. Anstatt 5.000 Sendungen/ Stunde stieg die Anzahl bei großen Hubs um das Zehnfache auf 50.000 Sendungen/Stunde. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Wechselwirkungen der verschiedenen Planungsaufgaben [6]. Bei diesem Planungsprozess gilt es sich besonders mit dem Polylemma aus den Elementen Qualität, Zeit, Kosten, sowie Dynamik auseinanderzusetzen.



Sortier- und Verteilzentren sind

- *Maßgebend für die Leistungsfähigkeit der KEP-Netzwerke*
- *Für ca. 25 % der Gesamtkosten in der Logistikkette verantwortlich*
- *Leistung und Kosten werden vorwiegend in der konzeptionellen Planungsphase festgelegt*

Mögliche negative Auswirkung durch Fehlplanung

- *Minderleistung des Verteil- und Sortiersystems*
- *Verschwendung von Ressourcen (Räumlichkeiten, Anlagen)*
- *Gefährdung der Wettbewerbsfähigkeit durch hohe Betriebskosten*
- *Hohe Planungskosten durch ineffiziente Prozesse*

Ziele und Forschungsfragen

Das Ziel des Dissertationsvorhabens ist es als Synthese der Methodenentwicklung ein Vorgehensmodell zur konzeptionellen Planung von Sortier- und Verteilzentren zu erstellen, welches einen Planungsprozess ganzheitlich und wissenschaftlich neu definiert und somit eine gesicherte Basis für den erfolgreichen Bau und Betrieb eines Verteilzentrums liefert. Es soll ein Bogen zwischen den bestehenden Planungssystematiken hin zu neuen vorausschauenden, wissensbasierter Planungsmodelle gespannt werden. Hierbei sollen auch neue Ideen im Bereich der Sortierung (z. B. fahrerlose Transportfahrzeuge) oder auch automatische Be- und Entladetechniken miteinbezogen werden. Durch das Einbinden von mehreren Experten der KEP-Branche sollen auch Erfahrungen und Probleme aus den jeweiligen Unternehmen einfließen

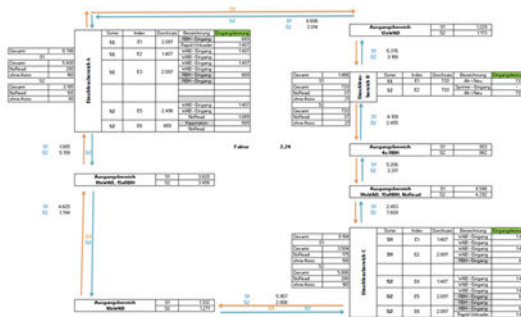
Forschungsfragen:

- *Welche bestehenden Ansätze eignen sich für die projektindividuelle Planung eines Sortier- und Verteilsystems für die KEP-Branche?*
- *In welcher Reihenfolge müssen die Sub-Planungsprobleme gelöst werden und welche Interdependenzen gibt es zu beachten?*
- *In welcher Form müssen aktuelle bzw. zukünftige Kundenanforderungen beachtet werden? Bspw. Same-Day-Delivery, Wunschtage-Zustellung, Last-Mile-Zustellung, Nachhaltigkeit (Wandlungsfähigkeit / Flexibilität), Veränderungen im Sendungsspektrum („Polybags“).*
- *Welche praxistauglichen Werkzeuge eignen sich zur Unterstützung der einzelnen Planungsschritte?*

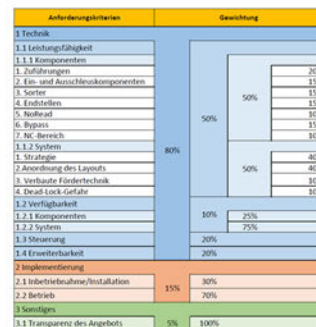
Methodik und Ergebnisse

Methodik:

1. Analyse Stand der Wissenschaft und Technik
2. Screenings aktueller Sortier- und Verteilzentren
3. Experteninterviews „Planungsprozess in der Praxis“
4. Entwicklung des Vorgehensmodells und der unterstützenden Werkzeuge
5. Validierung des Vorgehensmodells sowie der Werkzeuge



Statische Simulationsrechnung



Systematischer Angebotsvergleich



TCO-Einflüsse



Ereignisorientierte Simulation

Literatur

[1] Esser, K.; Kurte, J.: KEP-Studie 2020 – Analyse des Marktes in Deutschland. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK), Cologne (2020).

[2] Österreichische Post: Geschäftsbericht 2020, S.3 (2020).

[3] Österreichische Post: 165 Millionen Pakete in 2020 – Post verzeichnet gewaltigen Mengenrekord. In: Pressemeldung 2021-01-04 12:06:46.

[4] M. Schadler, M. Schedler, M. Knödl, D. Prims, C. Landschützer, und A. Katterfeld, „Characteristics of ‘polybags’ used for low-value consignments (small packets) in the mail, courier, ex-press and parcel industry“, In: Logistics Journal (2021, submitted).

[6] Knödl, M.; Landschützer C.; Hofmann M.: Sortieren und Verteilen – Challenge accepted!; In: Jahrbuch der Logistikforschung (2021, submitted).



Erstellung eines Interaktiven Tools zur Modellierung von Intralogistischen Systemen für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Paketen

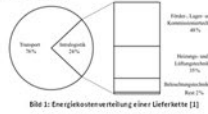
Gerald Mahringer



Einleitung

Die nachhaltige und CO2 neutrale Zustellung 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 Bild 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.



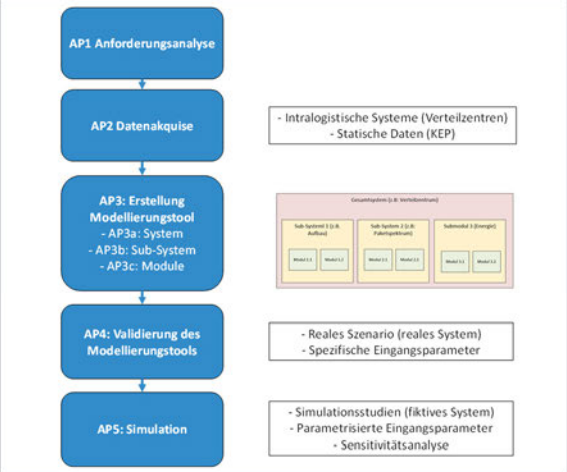
Zielsetzung

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 und Bereitstellung eines interaktiven Tools** dar, welches ermöglicht einfach und intuitiv intralogische Systeme zu modellieren.

Die Anwendung verschiedener Eingangsparameter auf die mit diesen Tool erstellten Modelle liefert dabei Antworten auf unter anderem folgende Fragestellungen:

- Wieviel Energie wird an welchen Stationen im Verteilzentrum (Eingang, Ausgang, Einschleusung, Ausschleusung, ...) benötigt um ein bestimmtes Paket handeln und sortieren zu können
- Wovon ist es abhängig, wieviel Energie für die Sortierung eines bestimmtes Paketes benötigt wird (Uhrzeit, Jahreszeit, Wochentag, Auslastung des Verteilzentrums, Sortierplan, ...)
- Ist die benötigte Energie für die Sortierung einer Sendung abhängig von der Sendungsart (Polybag, Kartonage, Großbrief, ...)
- Kann eine Aussage über die Nachhaltigkeit der Sortierung eines bestimmtes Paket unter bestimmten Eingangsparametern (z.B.: zu einem spezifischen Zeitpunkt) getroffen werden

Ablauf



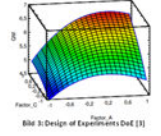
Methodik

Die Modellierung des intralogistischen Gesamtsystems erfolgt mittels Erstellung und Verknüpfung einzelner Subsystemen und Module. Dabei wird nach dem Top-Down Prinzip vorgegangen wobei von der Systemebene „Interlogistisches Gesamtsystem“ ausgegangen wird, welches aufgebaut aus verschiedenen Subsystemen dargestellt werden kann. Diese Subsysteme können wiederum mittels einzelner Module und deren Verknüpfungen dargestellt werden.

Dieser Aufbau erlaubt eine modulare Modellierung des Gesamtsystems. Dies ermöglicht eine interaktive Parametrisierung der Module und Subsysteme um schnell und einfach verschiedene Systeme darstellen zu können und somit das Gesamtsystem unter verschiedenen Gesichtspunkten auf verschiedene Faktoren (Energieverbrauch, CO₂, ...) untersuchen zu können.

Folgende Methoden werden unter anderem in dieser Arbeit angewandt.

- 1. Top-Down Systemmodellierung**
Aufbau eines Modells des intralogistischen Gesamtsystem bestehend aus einzelnen Subsystemen und Modulen.
 - Erstellung von parametrisierbaren Modulen
 - Definition von Verknüpfungen und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Modulen und Submodulen
- 2. Life Cycle Analysis (LCA)**
Zur Erfassung aller relevanten Einflüsse bzgl Energieverbrauch in den einzelnen Modulen des Gesamtsystems
 - Definition von Systemgrenzen
- 3. Design of Experiments**
Erfassung des Einflusses verschiedener Eingangsparameter auf die Outputparameter (Energieverbrauch, CO₂, ...) des Gesamtsystems
 - Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Parametern
 - Grenzbereiche, Limits und Geltungsbereiche verschiedener Eingangsparameter



Ausblick

Mit den gewonnen Erkenntnissen aus den Forschungsergebnissen dieses Projektes, als auch mit dem, im Zuge dieser Arbeit erstellten, interaktiven Modellierungs- und Simulationstools, wird die Grundlage geschaffen für weiterführende wissenschaftliche Überlegungen und Ansätze hinsichtlich Nachhaltigkeit von Paketen und Lieferketten:

- Ganzheitlichen 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. Lotterberger, "Beitrag zu einer energieeffizienten Materialflusstechnik Grundlagen zur Ermittlung, zum Vergleich und zur Steigerung der Energieeffizienz"; S4; 2016
- [2] J Hill, „Life Cycle Analysis of Biofuels“. In: Encyclopedia of Biodiversity, S 627-630; 2013
- [3] K. Siebertz, D. v. Bebbler, T. Hochkirchen, „Design of Experiments (DoE)“; S50; 2017



Einleitung

Die nachhaltige und CO₂ neutrale Zustellung 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 intralogistischer Knotenpunkten, an denen die Pakete und Sendungen umgeschlagen und sortiert werden? In Bild 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

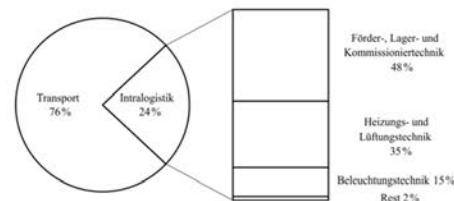


Bild 1: Energiekostenverteilung einer Lieferkette [1]

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.

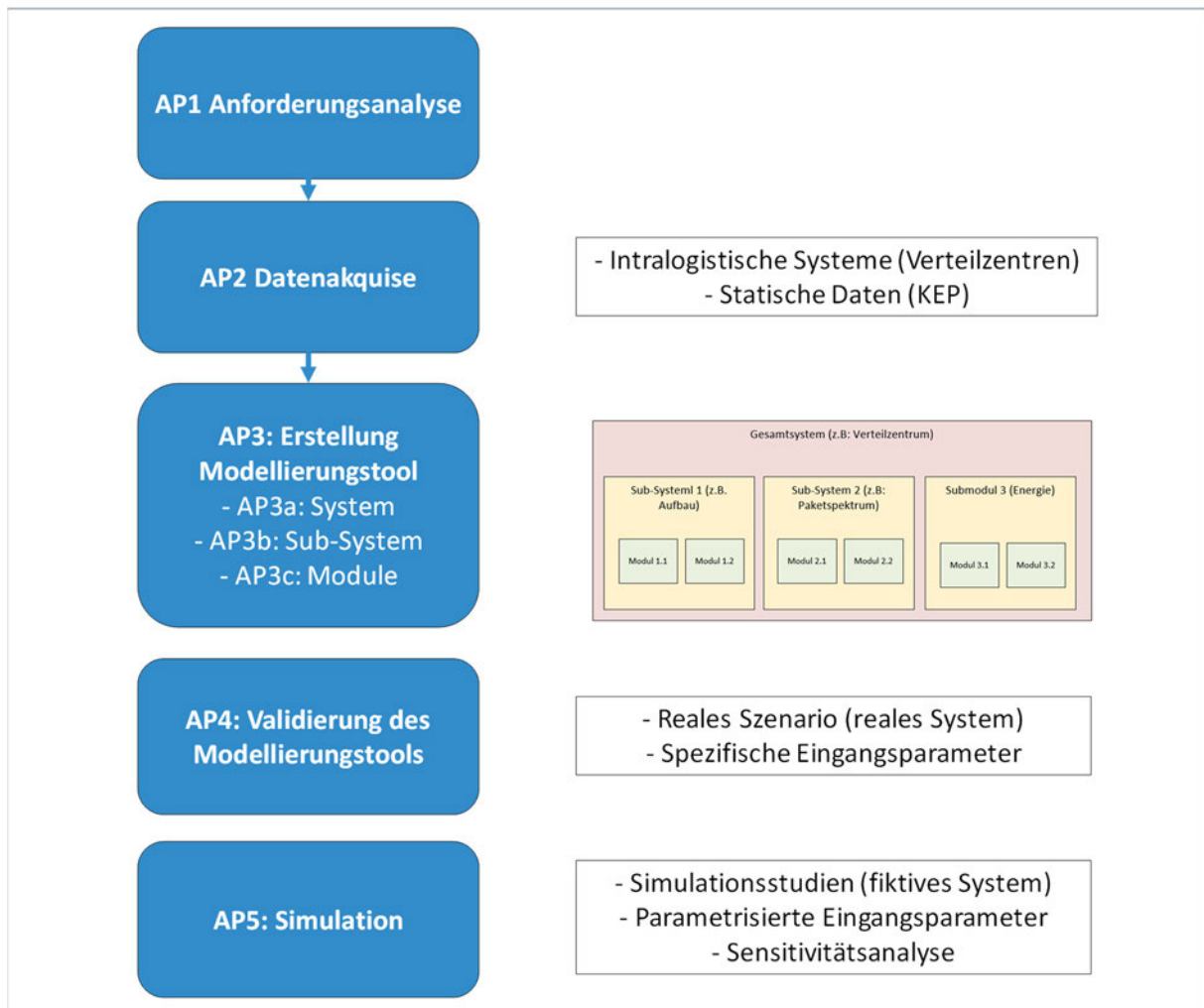
Zielsetzung

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 und Bereitstellung eines interaktiven Tools** dar, welches ermöglicht einfach und intuitiv intralogische Systeme zu modellieren.

Die Anwendung verschiedener Eingangsparameter auf die mit diesen Tool erstellen Modelle liefert dabei Antworten auf unter anderem folgende Fragestellungen:

- Wieviel Energie wird an welchen Stationen im Verteilzentrum (Eingang, Ausgang, Einschleusung, Ausschleusung, ...) benötigt um ein bestimmtes Paket handeln und sortieren zu können
- Wovon ist es abhängig, wieviel Energie für die Sortierung eines bestimmtes Paketes benötigt wird (Uhrzeit, Jahreszeit, Wochentag, Auslastung des Verteilzentrums, Sortierplan, ...)
- Ist die benötigte Energie für die Sortierung einer Sendung abhängig von der Sendungsart (Polybag, Kartonage, Großbrief, ...)
- Kann eine Aussage über die Nachhaltigkeit der Sortierung eines bestimmtes Paket unter bestimmten Eingangsparametern (z.B.: zu einem spezifischen Zeitpunkt) getroffen werden

Ablauf



Methodik

Die Modellierung des intralogistischen Gesamtsystems erfolgt mittels Erstellung und Verknüpfung einzelner Subsystemen und Module. Dabei wird nach dem Top-Down Prinzip vorgegangen wobei von der Systemebene „Interlogistisches Gesamtsystem“ ausgegangen wird, welches aufgebaut aus verschiedenen Subsystemen dargestellt werden kann. Diese Subsysteme können wiederum mittels einzelner Module und deren Verknüpfungen dargestellt werden.

Dieser Aufbau erlaubt eine modulare Modellierung des Gesamtsystems. Dies ermöglicht eine interaktive Parametrisierung der Module und Subsysteme um schnell und einfach verschiedene Systeme darstellen zu können und somit das Gesamtsystem unter verschiedenen Gesichtspunkten auf verschiedene Faktoren (Energieverbrauch, CO₂, ...) untersuchen zu können.

Folgende Methoden werden unter anderem in dieser Arbeit angewandt.

1. Top-Down Systemmodellierung

Aufbau eines Modells des intralogistischen Gesamtsystems bestehend aus einzelnen Subsystemen und Modulen.

- Erstellung von parametrisierbaren Modulen
- Definition von Verknüpfungen und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Modulen und Submodellen

2. Life Cycle Analysis (LCA)

Zur Erfassung aller relevanten Einflüsse bzgl. Energieverbrauch in den einzelnen Modulen des Gesamtsystems

- Definition von Systemgrenzen



Bild 2: Life Cycle Analysis LCA [2]

3. Design of Experiments

Erfassung des Einflusses verschiedener Eingangsparameter auf die Outputparameter (Energieverbrauch, CO₂, ...) des Gesamtsystems

- Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Parametern
- Grenzbereiche, Limits und Geltungsbereiche verschiedener Eingangsparameter

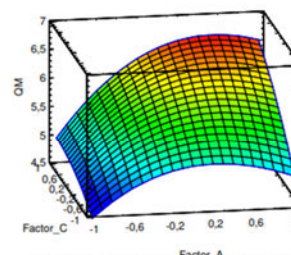


Bild 3: Design of Experiments DoE [3]

Ausblick

Mit den gewonnen Erkenntnissen aus den Forschungsergebnissen dieses Projektes, als auch mit dem, im Zuge dieser Arbeit erstellten, interaktiven Modellierungs- und Simulationstools, wird die Grundlage geschaffen für weiterführende wissenschaftliche Überlegungen und Ansätze hinsichtlich Nachhaltigkeit von Paketen und Lieferketten:

- Ganzheitlichen 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
- [2] J.Hill; „Life Cycle Analysis of Biofuels“; In: Encyclopedia of Biodiversity; S 627-630; 2013
- [3] K. Siebertz, D. v. Bebber, T. Hochkirchen; „Design of Experiments (DoE)“; S50; 2017

Contribution to the maintenance of material handling technology in intralogistics in the context of ongoing digitalization

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, plant operators 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 system failures.



Fig. 1: Maintenance according to DIN EN 13306 [1]

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 used in intralogistics. While the former only acts reactively, preventive maintenance is mostly carried out on the basis of predefined time-based maintenance intervals. 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 and subject to ongoing discussions. But in the context of Industry 4.0 and the ongoing digitalization, there is an urgent need for appropriate condition monitoring systems and the implementation of data science techniques to implement predictive maintenance features. Although the benefits of predictive maintenance in intralogistics have been recognized, in general there is a lack of resources and expertise to implement them. In addition, a holistic approach taking into account known concepts of maintenance management, especially in combination with the possibilities of digitalization, is currently not recognizable.

Objectives

The aim is to close the gap between known maintenance strategies on the one hand and the approaches to maintenance through digitalization on the other hand, so that a holistic method for the future maintenance of intralogistics systems can be derived. The overall objective is the development of basic procedures and tools for data acquisition. Based on this, the generation of knowledge through the application of machine learning to assess the condition of intralogistics systems can be done. In a future state, also recommendations for action in the context of Industry 4.0 can be derived.

The objectives include both, theoretical aspects, as well as a practical use case. This includes but is not limited to the following:

- Description of the theoretical relationships between availability and reliability, as well as their importance for intralogistics.
- Classification of popular buzzwords e.g. "predictive maintenance" into the actual scientific context and discussion of the concepts.
- Description of the basic requirements (HW, SW as well as expertise) to be able to apply the different maintenance strategies such as physics-based, data-driven or hybrid approaches.
- Description of the correlations with new approaches such as the digital twin or the various concepts of Industry 4.0 such as the Reference Architecture RAMI 4.0 or the Asset Administration Shell (AAS).
- Development of a prototypical implementation of predictive maintenance for intralogistics by means of a measurement box.

Method

The theoretical aspects are based on extensive literature research. The process model used in the empirical part corresponds to the "Cross-Industry Standard Process for Data Mining Data Mining (CRISP-DM)".



Fig. 2: The CRISP-DM cycle [2]

Preliminary results

Two kinds of IoT condition monitoring systems were designed, that can be used as either a stationary condition monitoring system, mounted on the conveyor structure, or as a mobile condition monitoring system, residing inside a conventional euro container. 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.

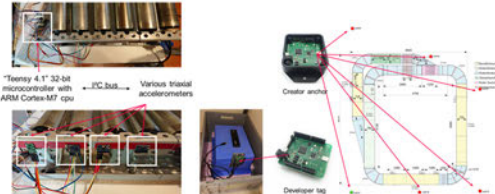


Fig. 3: Stationary IoT condition monitoring system Fig. 4: Mobile IoT condition monitoring systems with UWB-based indoor positioning system

In addition to the low-cost sensors, a very expensive high-resolution vibration sensor is installed to compare the capabilities of the inexpensive measurement equipment. Low-cost sensors have been chosen, since a local installation in a real material flow system would require a large amount of sensors, making it economically unattractive to use traditional ones. The stationary condition monitoring system is also used to prove the capability of the mobile system. A mobile system inside a box is a superior solution and is of interest by industry partners, as it is more flexible and easier to retrofit. The prototype is applied and tested on the circular testbench at the Institute of Logistics Engineering, that consist of various conveyor types. First test-runs have shown, that it is challenging to obtain higher sample rates (>1kHz) with some of the sensor boards used, depending on the actual hardware design. 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. The MCU, a Tensy 4.1 development board, captures the vibration data and write it onto an SD-Card (writing to a Influx-DB is planned). Afterwards 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^{th} -level WPD is used as input/features in the subsequent supervised machine learning algorithms.

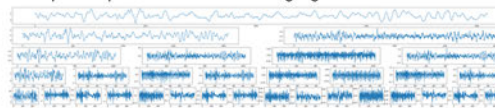


Fig. 5: Level 4 wavelet packet decomposition of data taken from a first test-run

Outlook

The ongoing research focuses on the implementation of the supervised machine learning algorithms such as State Vector Machines (SVM) to perform failure classification. Also the mobile condition monitoring system is further tested and its capabilities verified.



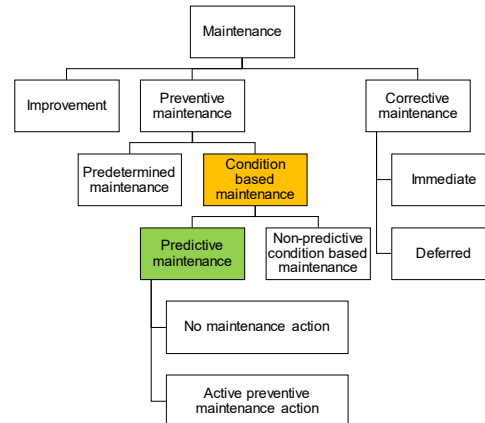
Fig. 6: Machine learning paradigms [cp. 3, 4]

Literature

[1] Maintenance – Maintenance terminology. Trilingual version, DIN EN 13306:2018-02, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Feb. 2018.
 [2] 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).
 [3] O. Z. Maimon and L. Rokach, Data mining and knowledge discovery handbook, 2nd ed. New York: Springer, 2010. [Online]. Available: <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10412834>
 [4] O. Merkt, "On the Use of Predictive Models for Improving the Quality of Industrial Maintenance: An Analytical Literature Review of Maintenance Strategies," in Proceedings of the 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, 2019, pp. 693–704.

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, plant operators 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 system failures.



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 used in intralogistics. While the former only acts reactively, preventive maintenance is mostly carried out on the basis of predefined time-based maintenance intervals. 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 and subject to ongoing discussions. But in the context of Industry 4.0 and the ongoing digitalization, there is an urgent need for appropriate condition monitoring systems and the implementation of data science techniques to implement predictive maintenance features. Although the benefits of predictive maintenance in intralogistics have been recognized, in general there is a lack of resources and expertise to implement them. In addition, a holistic approach taking into account known concepts of maintenance management, especially in combination with the possibilities of digitalization, is currently not recognizable.

Objectives

The aim is to close the gap between known maintenance strategies on the one hand and the approaches to maintenance through digitalization on the other hand, so that a holistic method for the future maintenance of intralogistics systems can be derived. The overall objective is the development of basic procedures and tools for data acquisition. Based on this, the generation of knowledge through the application of machine learning to assess the condition of intralogistics systems can be done. In a future state, also recommendations for action in the context of Industry 4.0 can be derived.

The objectives include both, theoretical aspects, as well as a practical use case. This includes but is not limited to the following:

- Description of the theoretical relationships between availability and reliability, as well as their importance for intralogistics.
- Classification of popular buzzwords e.g. "predictive maintenance" into the actual scientific context and discussion of the concepts.
- Description of the basic requirements (HW, SW as well as expertise) to be able to apply the different maintenance strategies such as physics-based, data-driven or hybrid approaches.
- Description of the correlations with new approaches such as the digital twin or the various concepts of Industry 4.0 such as the Reference Architecture RAMI 4.0 or the Asset Administration Shell (AAS).
- Development of a prototypical implementation of predictive maintenance for intralogistics by means of a measurement box.

Method

The theoretical aspects are based on extensive literature research. The process model used in the empirical part corresponds to the "Cross-Industry Standard Process for Data Mining Data Mining (CRISP-DM)".



Preliminary results

Two kinds of IoT condition monitoring systems were designed, that can be used as either a stationary condition monitoring system, mounted on the conveyor structure, or as a mobile condition monitoring system, residing inside a conventional euro container. 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.

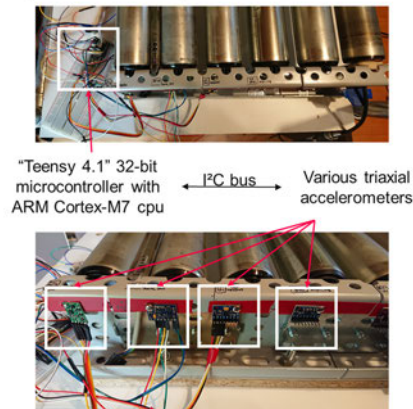


Fig. 3: Stationary IoT condition monitoring system

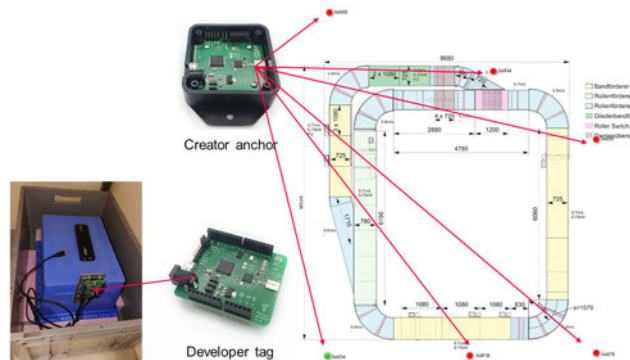


Fig. 4: Mobile IoT condition monitoring systems with UWB-based indoor positioning system

In addition to the low-cost sensors, a very expensive high-resolution vibration sensor is installed to compare the capabilities of the inexpensive measurement equipment. Low-cost sensors have been chosen, since a local installation in a real material flow system would require a large amount of sensors, making it economically unattractive to use traditional ones. The stationary condition monitoring system is also used to prove the capability of the mobile system. A mobile system inside a box is a superior solution and is of interest by industry partners, as it is more flexible and easier to retrofit. The prototype is applied and tested on the circular testbench at the Institute of Logistics Engineering, that consist of various conveyor types. First test-runs have shown, that it is challenging to obtain higher sample rates ($>1\text{kHz}$) with some of the sensor boards used, depending on the actual hardware design. 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. The MCU, a Teensy 4.1 development board, captures the vibration data and write it onto an SD-Card (writing to a Influx-DB is planned). Afterwards 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^{th} -level WPD is used as input/features in the subsequent supervised machine learning algorithms.

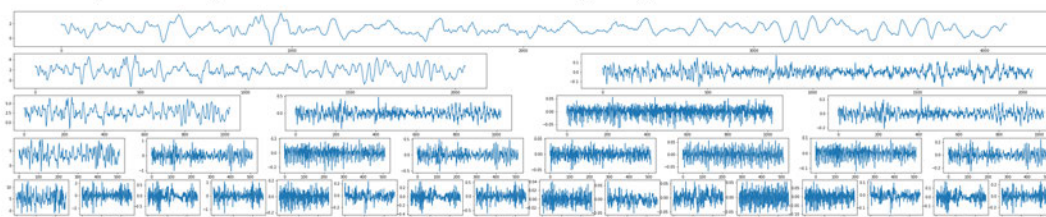
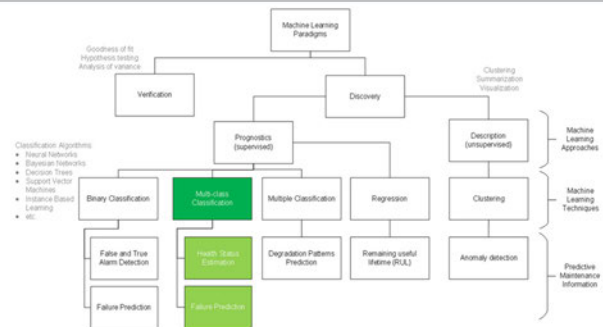


Fig. 5: Level 4 wavelet packet decomposition of data taken from a first test-run

Outlook

The ongoing research focuses on the implementation of the supervised machine learning algorithms such as State Vector Machines (SVM) to perform failure classification. Also the mobile condition monitoring system is further tested and its capabilities verified.



Literature

- [1] *Maintenance – Maintenance terminology: Trilingual version*, DIN EN 13306:2018-02, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Feb. 2018.
- [2] 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).
- [3] O. Z. Maimon and L. Rokach, *Data mining and knowledge discovery handbook*, 2nd ed. New York: Springer, 2010. [Online]. Available: <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10412834>
- [4] O. Merkt, "On the Use of Predictive Models for Improving the Quality of Industrial Maintenance: An Analytical Literature Review of Maintenance Strategies," in *Proceedings of the 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, 2019, pp. 693–704.

Methodische Entwicklung eines neuartigen Sortiersystems für Polybags



DI SCHEDLER Michael

Einleitung

In Zeiten der Globalisierung, Urbanisierung und Digitalisierung hat sich das Konsumverhalten innerhalb der breiten Masse der Bevölkerung immer weiter in Richtung e-commerce verlagert. Dazu kommt, dass mittlerweile der e-commerce sogar als Basis für sehr viele Geschäftsbereiche angesehen werden kann. Dies hat zur Folge, dass die Sendungsvolumina im aufstrebenden Internethandel (insbesondere von kleinen, folienverpackten Sendungen – auch Polybag genannt) die logistischen Prozesse und Objekte immer weiter vor neue Herausforderungen stellen. Die Sortierung von Sendungen nach betriebspezifischen Kriterien ist der wesentliche Schritt in der Verarbeitung von Paketen in Verteilzentren. Sie erfolgt in der Regel durch hochautomatisierte Anlagen, in denen die Sendung identifiziert und gemäß

vordefinierter Kriterien auf verschiedene Endstellen (entsprechend den Postleitzahlen) verteilt wird. Den herkömmlichen Förder- und Verteiltechnologien ist gemein, dass sie beträchtliche Flächen innerhalb eines Logistikzentrums einnehmen und nicht für die Verarbeitung von sehr leichten und kleinen Sendungen ausgelegt sind. Bei Tragelementen mit Spalten oder rotierenden Teilen besteht die Gefahr des Verklemmens oder des Einziehens von folienverpackten Sendungen in die Zwischenräume. Große Beschleunigungen und Geschwindigkeiten können ein Abheben von flachen und leichten Sendungen bewirken. Zudem müssen relativ große Massen an Fördertechnik (Totmassen) bewegt werden, was vor allem bei leichten Sendungen zu einem Missverhältnis zulasten der Sendungsmasse führt. Dies spiegelt sich in hohen Investitions- und Betriebskosten der Gesamtanlage wider.

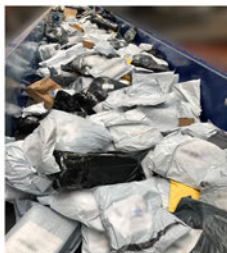


Abbildung 1 Polybags im Palet



Abbildung 2 Typische Betriebsprobleme bei der automatisierten Verarbeitung von Polybags: Probleme innerhalb der Einschleusung auf dem Quersortierer aufgrund des geringen Sendungsgewichtes

Ziel der Untersuchung

Vor dem Hintergrund der oben erwähnten Herausforderungen für die Sortierung von Kleinsendungen soll ein Sortiersystem entwickelt werden, welches energie- und platzeffizient, sowie zuverlässig und idealerweise auch skalierbar betrieben werden kann. Des Weiteren werden folgende grundlegende Anforderungen, welche im Vergleich zu State-of-the-Art Systemen stehen, an die Entwicklung gestellt:

- geringer regelungstechnischer Aufwand
- geringer Flächenbedarf
- hohe Energieeffizienz bei niedrigem Gesamtenergieverbrauch

- breitestmögliche funktionale Absicherung der Entwurfsqualität durch virtuelle Produktentwicklung
- Bereitstellung von Konstruktions-Know-how durch methodische Konstruktion für anpassbare Variantenkonstruktionen und Ableitung einer anwenderfreundlichen analytischen Durchsatzberechnung

Eine solche Technologie stellt der am Institut für Technische Logistik (ITL) der TU Graz entwickelte **FreeFallSorter (FFS)** dar und soll nachfolgende Erläutert werden.

Konzept

Nachfolgend soll das Konzept des FFS mit Hilfe des Prozessschaubildes (Abb. 3) und einer Prinzipskizze (Abb. 5) gezeigt werden. Zum jetzigen Entwicklungsstand liegt die Funktion der Verteilung im Vordergrund. Funktionen wie Vorbereitung oder Identifizierung werden zwar mit angedacht, jedoch nicht weiter im Detail verfolgt. Daraus ergibt sich folgender Prozessablauf:

1. Die Sendung wird am „Infeed“ dem Sorter zugeführt.
2. Nun bewegt sich die Sendung über den vorher bestimmten Pfad, entweder durch Einfluss der Gravitation oder durch ein Förderelement zum nächsten Entscheidungspunkt.
3. Bevor die Sendung die mechanische Vorrichtung im

Entscheidungspunkt erreicht, muss diese eine Umlenkung auf den geforderten Pfad sicherstellen. 4. Dieser Ablauf wiederholt sich nun zwischen jedem Entscheidungspunkt bis die Sendung die geforderte Endstelle (bspw. Infeed bis CHU3) erreicht. 5. Die nachfolgende Sendung wird in den Sorter eingeführt sobald die vorhergehende Sendung den ersten Entscheidungspunkt (Ebene E3) passiert hat, Rücksprung zu Prozessschritt 2.

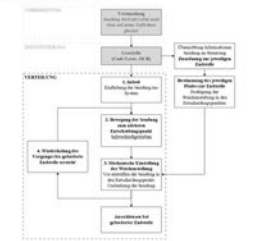


Abbildung 3 Prozessschaubild des FFS

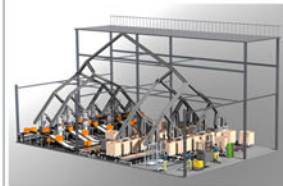


Abbildung 4 Konzeptuelle FFS in realitätsnaher Umgebung

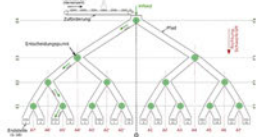


Abbildung 5 Prinzipskizze des FFS

Bewertung der Ansätze

Durchsatz: Das System erreicht einen abgeschätzten Leistungsbereich von 10.000 – 12.000 Stück/h, welcher die avisierte Produktlücke in der Sortierleistung für Polybags die KEP Branche ideal adressiert.
Flächenbedarf: Aufgrund der vertikalen Ausrichtung des Systems wird angenommen, dass durch den Einsatz des FFS etwa 50-75 % des Flächenbedarfs im Vergleich zu State-of-the-Art Systemen eingespart werden kann.
Energieeffizienz: Beim Konzept des FFS bewegt sich einzig der Polybag (im Optimalfall schwer-

kraftgetrieben) durch eine feststehende Maschinenstruktur. Bis auf die mechanische Umlenkung in den Entscheidungspunkt sind somit keine Maschinenteile in Bewegung. Daraus ergibt sich eine Energieeinsparung von etwa 20%.
Betriebsstabilität: Die durchlaufende Sendung wird einzig durch die mech. Umlenkung beeinflusst, wobei diese Beeinflussung als Zwangsbedingung angesehen werden kann, wodurch keine komplexen geregelten Vorgänge notwendig sind und somit von einer hohen Stabilität ausgegangen wird.

Literatur

- Scheller, M., Landschützer, C.: „Methodische Entwicklung eines neuartigen Sortiersystems für Polybags“; Logistics Journal, submitted July 2021
- Scheller, M., Scheller, M., Knödl, M., Prims, D., Landschützer, C., Katterfeld, A.: Characteristics of „polybags“ used for low value consignments (small packets) in the mail, courier, express and parcel industry. Logistic Journal, submitted July 2021.



Einleitung

In Zeiten der Globalisierung, Urbanisierung und Digitalisierung hat sich das Konsumverhalten innerhalb der breiten Masse der Bevölkerung immer weiter in Richtung e-commerce verlagert. Dazu kommt, dass mittlerweile der e-commerce sogar als Basis für sehr viele Geschäftsbereiche angesehen werden kann. Dies hat zur Folge, dass die Sendungsvolumina im aufstrebenden Internethandel (insbesondere von kleinen, folienverpackten Sendungen – auch Polybag genannt) die logistischen Prozesse und Objekte immer weiter vor neue Herausforderungen stellen. Die Sortierung von Sendungen nach betreiberspezifischen Kriterien ist der wesentliche Schritt in der Verarbeitung von Paketen in Verteilzentren. Sie erfolgt in der Regel durch hochautomatisierte Anlagen, in denen die Sendung identifiziert und gemäß



Abbildung 1. Polybags im Pulk

vordefinierter Kriterien auf verschiedene Endstellen (entsprechend den Postleitzahlen) verteilt wird. Den herkömmlichen Förder- und Verteiltechnologien ist gemein, dass sie beträchtliche Flächen innerhalb eines Logistikzentrums einnehmen und nicht für die Verarbeitung von sehr leichten und kleinen Sendungen ausgelegt sind. Bei Tragelementen mit Spalten oder rotierenden Teilen besteht die Gefahr des Verklemmens oder des Einziehens von folienverpackten Sendungen in die Zwischenräume. Große Beschleunigungen und Geschwindigkeiten können ein Abheben von flachen und leichten Sendungen bewirken. Zudem müssen relativ große Massen an Fördertechnik (Totmassen) bewegt werden, was vor allem bei leichten Sendungen zu einem Missverhältnis zulasten der Sendungsmasse führt. Dies spiegelt sich in hohen Investitions- und Betriebskosten der Gesamtanlage wider.



Abbildung 2. Typische Betriebsprobleme bei der automatisierten Verarbeitung von Polybags: Probleme innerhalb der Einschleusung auf dem Quergurtsorter aufgrund des geringen Sendungsgewichtes

Ziel der Untersuchung

Vor dem Hintergrund der oben erwähnten Herausforderungen für die Sortierung von Kleinsendungen soll ein Sortiersystem entwickelt werden, welches energie- und platzeffizient, sowie zuverlässig und idealerweise auch skalierbar betrieben werden kann. Des Weiteren werden folgende grundlegende Anforderungen, welche im Vergleich zu State-of-the-Art Systemen stehen, an die Entwicklung gestellt:

- geringer regelungstechnischer Aufwand
- geringer Flächenbedarf
- hohe Energieeffizienz bei niedrigem Gesamtenergieverbrauch

- breitestmögliche funktionale Absicherung der Entwurfsqualität durch virtuelle Produktentwicklung
- Bereitstellung von Konstruktions- Know-how durch methodische Konstruktion für anpassbare Variantenkonstruktionen und Ableitung einer anwenderfreundlichen analytischen Durchsatzberechnung

Eine solche Technologie stellt der am Institut für Technische Logistik (ITL) der TU Graz entwickelte **FreeFallSorter (FFS)** dar und soll nachfolgende Erläutert werden.

Konzept

Nachfolgend soll das Konzept des FFS mit Hilfe des Prozessschaubildes (Abb. 3) und einer Prinzipskizze (Abb. 5) gezeigt werden. Zum jetzigen Entwicklungsstand liegt die Funktion der Verteilung im Vordergrund. Funktionen wie Vorbereitung oder Identifizierung werden zwar mit angedacht, jedoch nicht weiter im Detail verfolgt. Daraus ergibt sich folgender Prozessablauf:

1. Die Sendung wird am „Infeed“ dem Sorter zugeführt.
2. Nun bewegt sich die Sendung über den vorher bestimmten Pfad, entweder durch Einfluss der Gravitation oder durch ein Förderelement zum nächsten Entscheidungspunkt.
3. Bevor die Sendung die mechanische Vorrichtung im

- Entscheidungspunkt erreicht, muss diese eine Umlenkung auf den geforderten Pfad sicherstellen.
4. Dieser Ablauf wiederholt sich nun zwischen jedem Entscheidungspunkt bis die Sendung die geforderte Endstelle (bspw. Infeed bis CHU3) erreicht.
5. Die nachfolgende Sendung wird in den Sorter eingeführt sobald die vorhergehende Sendung den ersten Entscheidungspunkt (Ebene E3) passiert hat; Rücksprung zu Prozessschritt 2.

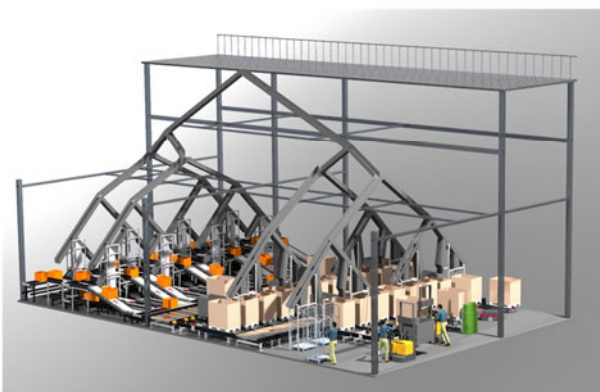


Abbildung 4. Konzeptstudie FFS in realitätsnaher Umgebung

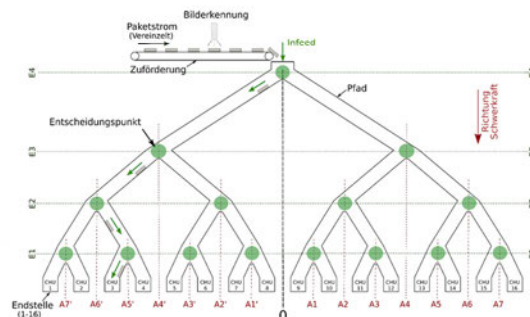
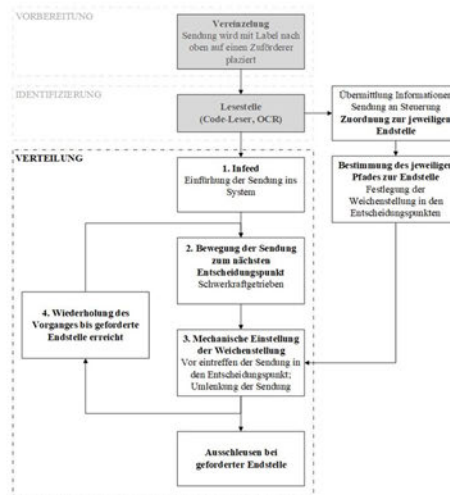


Abbildung 5. Prinzipskizze des FFS

Bewertung der Ansätze

Durchsatz: Das System erreicht einen abgeschätzten Leistungsbereich von 10.000 – 12.000 Stück/h, welcher die avisierte Produktlücke in der Sortierleistung für Polybags die KEP Branche ideal adressiert.

Flächenbedarf: Aufgrund der vertikalen Ausrichtung des Systems wird angenommen, dass durch den Einsatz des FFS etwa **50-75 %** des Flächenbedarfs im Vergleich zu State-of-the-Art Systemen eingespart werden kann.

Energieeffizienz: Beim Konzept des FFS bewegt sich einzig der Polybag (im Optimalfall schwer-

kraftgetrieben) durch eine feststehende Maschinenstruktur. Bis auf die mechanische Umlenkung in den Entscheidungspunkt sind somit keine Maschinenteile in Bewegung. Daraus ergibt sich eine Energieeinsparung von etwa **20%**.

Betriebsstabilität: Die durchlaufende Sendung wird einzig durch die mech. Umlenkung beeinflusst, wobei diese Beeinflussung als Zwangsbedingung angesehen werden kann, wodurch keine komplexen geregelten Vorgänge notwendig sind und somit von einer hohen Stabilität ausgegangen wird.

Literatur

- Schedler, M., Landschützer, C.: „Methodische Entwicklung eines neuartigen Sortiersystems für Polybags“; Logistics Journal, submitted July 2021
- Schadler, M., Schedler, M., Knödl, M., Prims, D., Landschützer, C., Katterfeld, A.: Characteristics of ‘polybags’ used for low value consignments (small packets) in the mail, courier, express and parcel industry. Logistic Journal, submitted July 2021.



Beitrag zur Simulation des Bewegungsverhaltens einzelner Kleinsendungen

Dominik Stadlthanner



Einleitung

Die Logistikbranche konnte in den letzten Jahren ein rasantes Wachstum im Sendungsaufkommen verzeichnen. Allein von 2010 bis 2020 wuchs das KEP-Sendungsvolumen in Deutschland um etwa 74 % [1]. Neben den hohen Wachstumsraten in der KEP-Branche lässt sich auch eine regionale Veränderung im Onlinehandel beobachten, wobei der Anteil der aus China stammenden grenzüberschreitenden Sendungen innerhalb von 4 Jahren von 26 % (2016) auf 36 % (2019) gestiegen ist [2]. Im Zuge dieser Entwicklungen ändert sich auch die Zusammensetzung des Sendungsspektrums zunehmend, wobei die klassischen quaderförmigen Pakete durch Kleinsendungen insbesondere jene mit Kunststoffbeutelverpackung (Polybags) verdrängt werden.

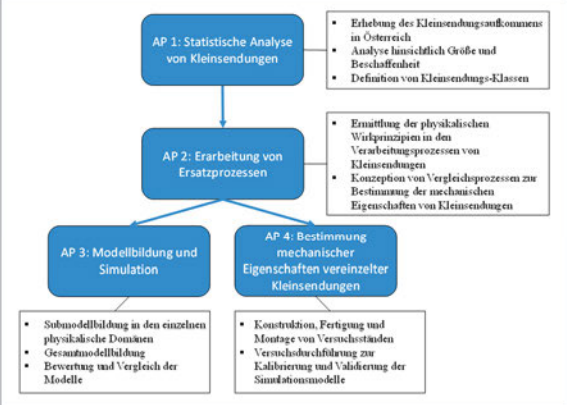


Aufgrund der speziellen Eigenschaften von Kleinsendungen wie Forminstabilität und eine variable Schwerpunktlage stellt diese Sendungskategorie Logistikdienstleister vor große Herausforderungen. Aktuell installierte Anlagen zur Paketsortierung lassen sich nicht nutzen, um Kleinsendungen effizient automatisch zu sortieren, was zu einem hohen Anteil manueller Tätigkeiten und geringen Durchsatzraten im Sortierprozess führt. Die Entwicklung neuer auf Kleinsendungen angepasste Sortiertechnik gestaltet sich – bedingt durch die vielfältigen Erscheinungsformen und des schwer zu beschreibenden mechanischen Verhaltens von Kleinsendungen – als äußerst schwierig.

Zielsetzung

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Modellierungsvorschriften zur Simulation von biegeschlaffen Kleinsendungen unter Berücksichtigung diverser physikalischer Einflüsse, wie bspw. Reib- und Strömungseffekte, wodurch ein möglichst realitätsgetreues gesamtheitliches Abbild dieser Güter geschaffen werden soll. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse sollen als Wegbereiter für virtuelle Neuentwicklungen von Sortier- und Fördertechnik dienen. Auf diese Weise lässt sich die Notwendigkeit nach dem Bau aufwendiger Prototypen minimieren und gleichzeitig die Entwicklungsqualität erhöhen.

Ablauf

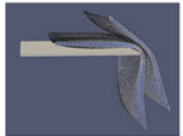


Methodik

Die Modellierung erfolgt zunächst in den unterschiedlichen physikalischen Domänen, wobei verschiedene Modellierungsansätze verfolgt werden, die im folgenden kurz beschrieben werden. Anschließend erfolgt eine Gesamtmodellbildung zur gesamtheitlichen Abbildung aller relevanter physikalischer Wirkprinzipien, wobei sowohl Simulationskopplungs-Ansätze als auch die Verwendung von Ersatzmodellen verfolgt werden. Zur Kalibrierung der Simulationsmodelle werden Messversuche zur Erfassung der charakteristischen Eigenschaften der untersuchten Kleinsendungen durchgeführt. Schließlich werden die erzeugten Simulationsmodelle anhand von Vergleichsprozessen mit geeigneten Versuchsständen validiert.

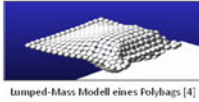
1. Diskrete Elemente Methode (DEM)

- Bonding-Kontaktmodell zur Modellierung von biegeschlaffen Gütern
- Effiziente Simulation großer Partikelzahlen



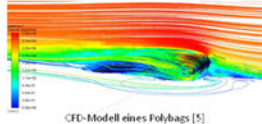
2. Mehrkörpersimulation (MKS)

- Unterschiedliche Modellierungsansätze, z. B.:
- Lumped-Mass Modell
 - Modal-reduzierte Körper (Flex-MKS)
 - Kombinierte Modelle



3. Strömungssimulation (CFD)

- Analyse des Strömungsverhaltens von Polybags mit Beschreibung u. a. folgender Effekte
- Luftwiderstand
 - Abhebeverhalten
 - Fly-Out-Verhalten (unplanmäßiges Verlassen des vorgesehen Transportweges)



4. Finite Elemente Methode (FEM)

Explizites Lösungsverfahren zur Simulation hochdynamischer Vorgänge mit großen nichtlinearen Verformungen.

Ausblick

Das Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit der Modellierung und Simulation einzelner Kleinsendungen. In einem Folgeprojekt soll die Modellierung und Simulation von Kleinsendungen im Pulk behandelt werden, um eine Grundlage für die virtuelle Entwicklung vollautomatischer Vereinzlungstechnik zu schaffen. In weiterer Folge sollen Konzepte zur Vereinzlung und Sortierung von Kleinsendungen auf Basis der gewonnenen Simulationserkenntnisse entwickelt werden.

Literatur

[1] Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V., „KEP-Studie 2021 – Analyse des Marktes in Deutschland. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK)“, Juni 2021.

[2] „CROSS-BORDER E-COMMERCE SHOPPER SURVEY 2019“, International Post Corporation, Brüssel, Jan. 2019.

[3] M. Schadler, M. Scheller, M. Knödl, D. Frims, C. Landschützer, und A. Katterfeld, „Characteristics of ‘polybags’ used for low-value consignments (small packets) in the mail, courier, express-and parcel industry“, *Logistics Journal*, eingereicht 2021.

[4] S. Roth, „Simulation von flexiblen Polybags und Untersuchung deren Umkleverhalten mit-tels Mehrkörper-Simulations-Modellen“, S. 75, 2019.

[5] F. Hafner, „Prozess zur Beschreibung des Fly-Out Verhaltens von Polybags innerhalb eines Sortiersystems“, S. 87, 2021.

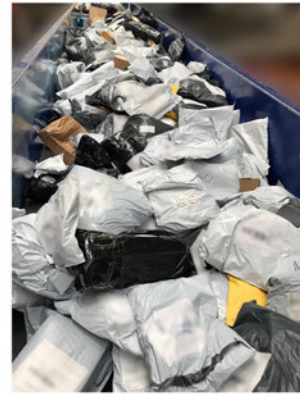


Einleitung

Die Logistikbranche konnte in den letzten Jahren ein rasantes Wachstum im Sendungsaufkommen verzeichnen. Allein von 2010 bis 2020 wuchs das KEP-Sendungsvolumen in Deutschland um etwa 74 % [1]. Neben den hohen Wachstumsraten in der KEP-Branche lässt sich auch eine regionale Veränderung im Onlinehandel beobachten, wobei der Anteil der aus China stammenden grenzüberschreitenden Sendungen innerhalb von 4 Jahren von 26 % (2016) auf 36 % (2019) gestiegen ist [2]. Im Zuge dieser Entwicklungen ändert sich auch die Zusammensetzung des Sendungsspektrums zunehmend, wobei die klassischen quaderförmigen Pakete durch Kleinsendungen insbesondere jene mit Kunststoffbeutelverpackung (Polybags) verdrängt werden.



Prognostizierte Entwicklung der KEP-Sendungsvolumina bis 2025 in Mio. Sendungen [1]



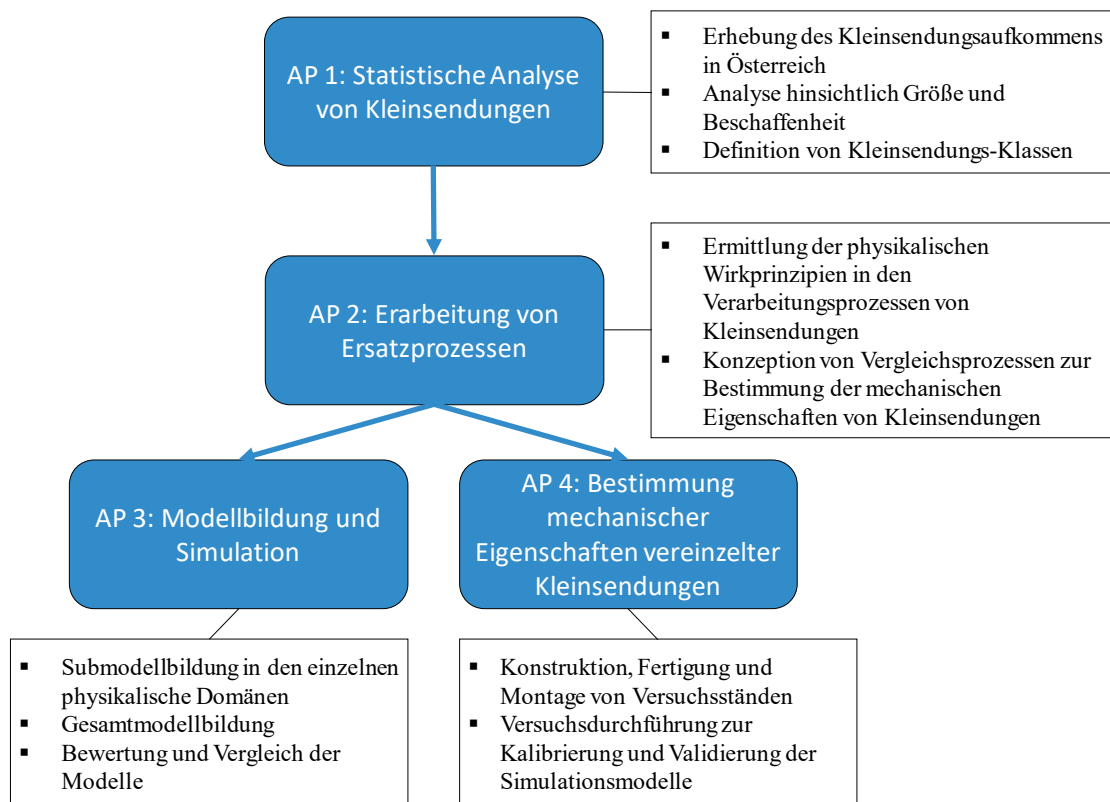
Polybags im Pulk [3]

Aufgrund der speziellen Eigenschaften von Kleinsendungen wie Forminstabilität und eine variable Schwerpunktlage stellt diese Sendungskategorie Logistikdienstleister vor große Herausforderungen. Aktuell installierte Anlagen zur Paketsortierung lassen sich nicht nutzen, um Kleinsendungen effizient automatisch zu sortieren, was zu einem hohen Anteil manueller Tätigkeiten und geringen Durchsatzraten im Sortierprozess führt. Die Entwicklung neuer auf Kleinsendungen angepasste Sortiertechnik gestaltet sich – bedingt durch die vielfältigen Erscheinungsformen und des schwer zu beschreibenden mechanischen Verhaltens von Kleinsendungen – als äußerst schwierig.

Zielsetzung

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Modellierungsvorschriften zur Simulation von biegeschlaffen Kleinsendungen unter Berücksichtigung diverser physikalischer Einflüsse, wie bspw. Reib- und Strömungseffekte, wodurch ein möglichst realitätsgetreues gesamtheitliches Abbild dieser Güter geschaffen werden soll. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse sollen als Wegbereiter für virtuelle Neuentwicklungen von Sortier- und Fördertechnik dienen. Auf diese Weise lässt sich die Notwendigkeit nach dem Bau aufwendiger Prototypen minimieren und gleichzeitig die Entwicklungsqualität erhöhen.

Ablauf



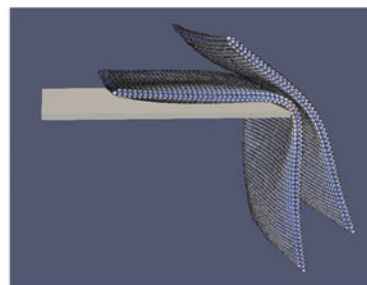
Methodik

Die Modellierung erfolgt zunächst in den unterschiedlichen physikalischen Domänen, wobei verschiedene Modellierungsansätze verfolgt werden, die im folgenden kurz beschrieben werden. Anschließend erfolgt eine Gesamtmodellbildung zur gesamtheitlichen Abbildung aller relevanter physikalischer Wirkprinzipien, wobei sowohl Simulationskopplungs-Ansätze als auch die Verwendung von Ersatzmodellen verfolgt werden.

Zur Kalibrierung der Simulationsmodelle werden Messerversuche zur Erfassung der charakteristischen Eigenschaften der untersuchten Kleinsendungen durchgeführt. Schließlich werden die erzeugten Simulationsmodelle anhand von Vergleichsprozessen mit geeigneten Versuchsständen validiert.

1. Diskrete Elemente Methode (DEM)

- Bonding-Kontaktmodell zur Modellierung von biegeschlaffen Gütern
- Effiziente Simulation großer Partikelzahlen

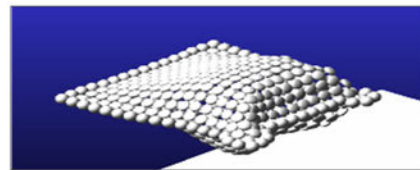


Simulation von Polybags durch ein DEM-Bonding-Modell

2. Mehrkörpersimulation (MKS)

Unterschiedliche Modellierungsansätze, z. B.:

- Lumped-Mass Modell
- Modal-reduzierte Körper (Flex-MKS)
- Kombinierte Modelle

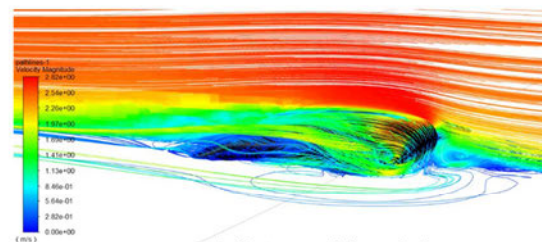


Lumped-Mass Modell eines Polybags [4]

3. Strömungssimulation (CFD)

Analyse des Strömungsverhaltens von Polybags mit Beschreibung u. a. folgender Effekte

- Luftwiderstand
- Abhebeverhalten
- Fly-Out-Verhalten (unplanmäßiges Verlassen des vorgesehen Transportweges)



CFD-Modell eines Polybags [5]

4. Finite Elemente Methode (FEM)

Explizites Lösungsverfahren zur Simulation hochdynamischer Vorgänge mit großen nichtlinearen Verformungen.

Ausblick

Das Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit der Modellierung und Simulation vereinzelter Kleinsendungen. In einem Folgeprojekt soll die Modellierung und Simulation von Kleinsendungen im Pulk behandelt werden, um eine Grundlage für die virtuelle Entwicklung vollautomatischer Vereinzlungstechnik zu schaffen.

In weiterer Folge sollen Konzepte zur Vereinzlung und Sortierung von Kleinsendungen auf Basis der gewonnenen Simulationserkenntnisse entwickelt werden.

Literatur

[1] Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V., „KEP-Studie 2021 – Analyse des Marktes in Deutschland. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK)“, Juni 2021.

[2] „CROSS-BORDER E-COMMERCE SHOPPER SURVEY 2019“, International Post Corporation, Brüssel, Jän. 2019.

[3] M. Schadler, M. Schedler, M. Knödl, D. Prims, C. Landschützer, und A. Katterfeld, „Characteristics of ‘polybags’ used for low-value consignments (small packets) in the mail, courier, ex-press and parcel industry“, Logistics Journal, eingereicht 2021.

[4] S. Roth, „Simulation von flexiblen Polybags und Untersuchung deren Umlenkverhaltens mittels Mehrkörper-Simulations-Modellen“, S. 75, 2019.

[5] F. Hafner, „Prozess zur Beschreibung des Fly-Out Verhaltens von Polybags innerhalb eines Sortiersystems“, S. 87, 2021.



Methodik zum Nachweis der technischen Verfügbarkeit intralogistischer Systeme



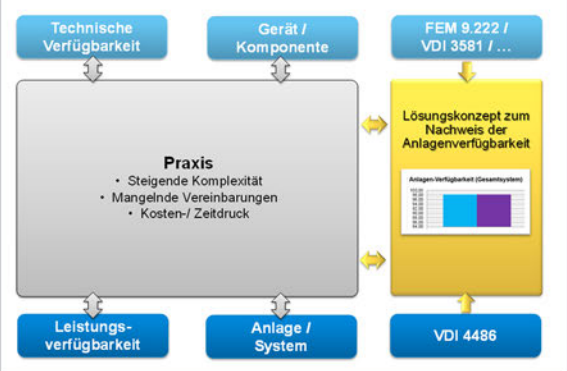
DI Wolfgang Trummer

Einleitung

- Die Verfügbarkeit technischer Anlagen der Intralogistik dient als ein wichtiger Parameter zur Sicherstellung der vereinbarten Leistungen zwischen Kunden und Anlagenherstellern.
- Obwohl die bestehenden Richtlinien zum Nachweis der Anlagenverfügbarkeit (FEM 9,222,...) eine gute theoretische Basis bilden, ergeben sich in der Praxis immer wieder Diskrepanzen hinsichtlich Interpretation und Anwendbarkeit der Richtlinien
- Speziell der Trend zu immer größeren Intralogistiksystemen stellt hohe Herausforderung bei der Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit dar (steigende Komplexität, umfangreiche Randbedingungen).

Resultierende Probleme beim Verfügbarkeitsnachweis in aktuellen Projekten:

- Vereinbarte Abnahmetests stellen sich gerade in der komplexen Phase der Inbetriebnahme als zeit- und kostenaufwendig heraus
- Aufgrund der Exklusivität der Tests ist nur eine begrenzte Wiederholbarkeit der Tests gegeben
- Die nachgelagerte Verfügbarkeits-Analyse erfolgt mit geringem Automatisierungsgrad; meist auf komplexen und wenig transparenten Analyseverfahren.



Zielsetzung

Primäre wissenschaftliche Fragestellung

- Wie lassen sich die richtlinienbasierten Methoden der Verfügbarkeitsanalyse unter Berücksichtigung aktuell stattfindender Industrieentwicklungen auf intralogistische Systeme anwenden?

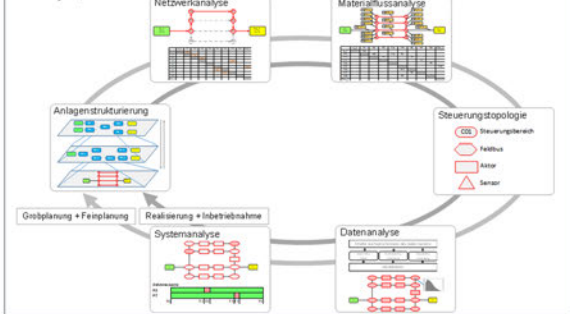
Resultierende Teilfragen

- Wie erfolgt eine richtlinien-konforme Bestimmung der Verfügbarkeitsparameter für Teilwerke und Gesamtwerke von logistischen Großanlagen?
- Wie können komplexe Anlagenstrukturen den Richtlinien entsprechend im Ersatzschaltbild abgebildet werden, um zeitliche bzw. layoutbezogene Randbedingungen bei der Verfügbarkeitsanalyse zu berücksichtigen?
- Wie kann ein softwarebasierter Ansatz zur automatisierten Modellbildung und Modellanalyse realisiert werden?

Methodik

Umfangreiches Lösungskonzept, welches den Nachweis der Anlagenverfügbarkeit auf Basis zahlreicher wissenschaftlicher Methoden und Ansätze durchgängig unterstützt.

- Spezieller Modellierungsansatz zur automatisierten Ableitung des „Gewichteten Verfügbarkeitsgraphen“ aus Daten der realen Anlage (Methoden der Graphentheorie, Netzwerkanalyse, Materialflusslehre)
- Berücksichtigung verfügbarkeitsrelevanter Layout-/ Anlageninformationen (hierarchische Anlagenstruktur, Materialflussparameter, Puffereffekte, Leistungsredundanzen)
- Automatisierter Export der Anlagenstruktur auf SPS-Steuerungsebene und Verknüpfung mit dem Anlagenmodell (Steuerungstopologie-Analysen)
- Modellanalyse und -bewertung auf Basis realer Stördaten/-szenarien (Methoden der statischen Simulation, Markov-Modelle, statistische Datenanalyse)



Ergebnisse

Beitrag im Bereich der Verfügbarkeitsanalyse intralogistischer Großanlagen, der sowohl Kunden und Herstelleranforderungen ausreichend berücksichtigt

Im Rahmen zahlreicher Industrieprojekte wurde der bestehende Ansatz bereits umfangreich in der Praxis getestet.

- Verfügbarkeitsnachweis im Rahmen des kompletten Produktentstehungsprozesses (Planung – Inbetriebnahme – Betrieb)
- Permanentes Verfügbarkeits-Monitoring auch bei großen Intralogistiksystemen
- Standardisierter Verfügbarkeitsnachweis anhand normierter „Störprofile“ (berücksichtigt saisonale Schwankungen, etc.)
- rasche und effiziente Modellierung des Systems (zur verbesserten Kommunikation und Verifikation mit dem Kunden) sowie ein verbesserter Nachweis der Anlagenverfügbarkeit (im Sinne der Richtlinien)
- Ablösung bestehender zeit- und kostenintensiver Verfügbarkeitstests
- Verfügbarkeits-Analyse von Einzel- und Gesamtwerken auf Knopfdruck

Ausblick

Gemeinsam mit einem führenden Industriepartner aus dem Bereich der Intralogistik wird das bestehende Konzept stufenweise in die Praxis umgesetzt und umfangreichen Verifikations- und Validierungstests unterzogen. Finales Ziel ist die Implementierung des entwickelten Ansatzes in die seitens Industriepartner bestehende Systemlandschaft.

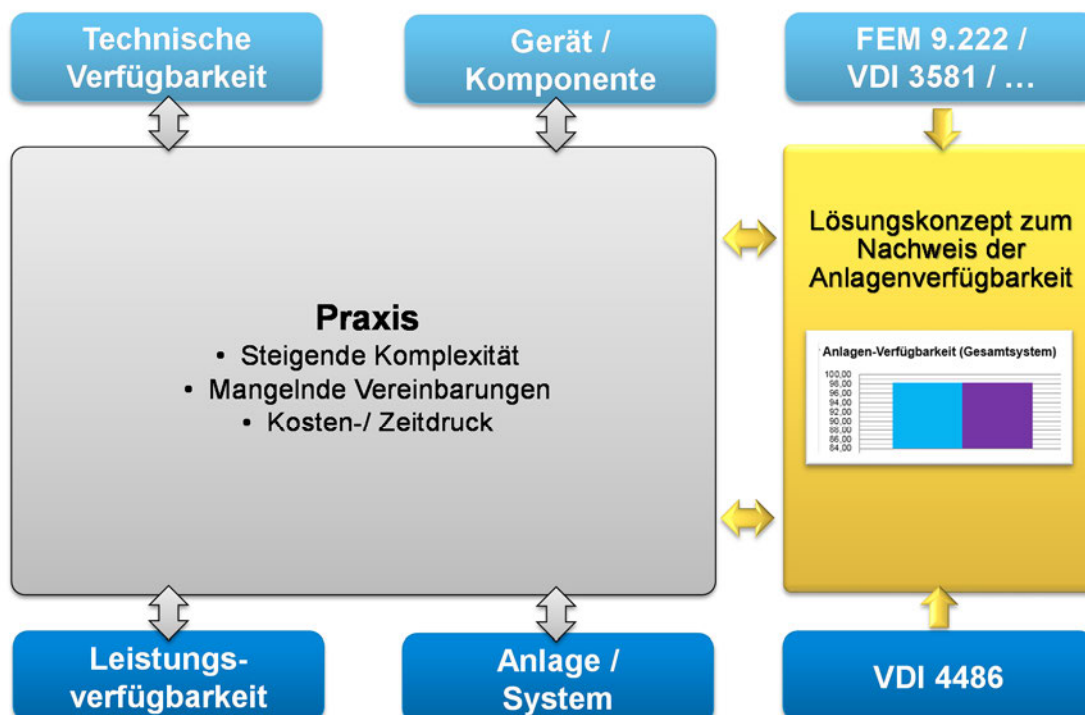


Einleitung

- Die Verfügbarkeit technischer Anlagen der Intralogistik dient als ein wichtiger Parameter zur Sicherstellung der vereinbarten Leistungen zwischen Kunden und Anlagenherstellern.
- Obwohl die bestehenden Richtlinien zum Nachweis der Anlagenverfügbarkeit (FEM_9.222,...) eine gute theoretische Basis bilden, ergeben sich in der Praxis immer wieder Diskrepanzen hinsichtlich Interpretation und Anwendbarkeit der Richtlinien
- Speziell der Trend zu immer größeren Intralogistiksystemen stellt hohe Herausforderung bei der Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit dar (steigende Komplexität, umfangreiche Randbedingungen).

Resultierende Probleme beim Verfügbarkeitsnachweis in aktuellen Projekten:

- Vereinbarte Abnahmetests stellen sich gerade in der komplexen Phase der Inbetriebnahme als zeit- und kostenaufwendig heraus
- Aufgrund der Exklusivität der Tests ist nur eine begrenzte Wiederholbarkeit der Tests gegeben
- Die nachgelagerte Verfügbarkeits-Analyse erfolgt mit geringem Automatisierungsgrad; meist auf komplexen und wenig transparenten Analyseverfahren.



Zielsetzung

Primäre wissenschaftliche Fragestellung

- Wie lassen sich die richtlinienbasierten Methoden der Verfügbarkeitsanalyse unter Berücksichtigung aktuell stattfindender Industrieentwicklungen auf intralogistische Systeme anwenden?

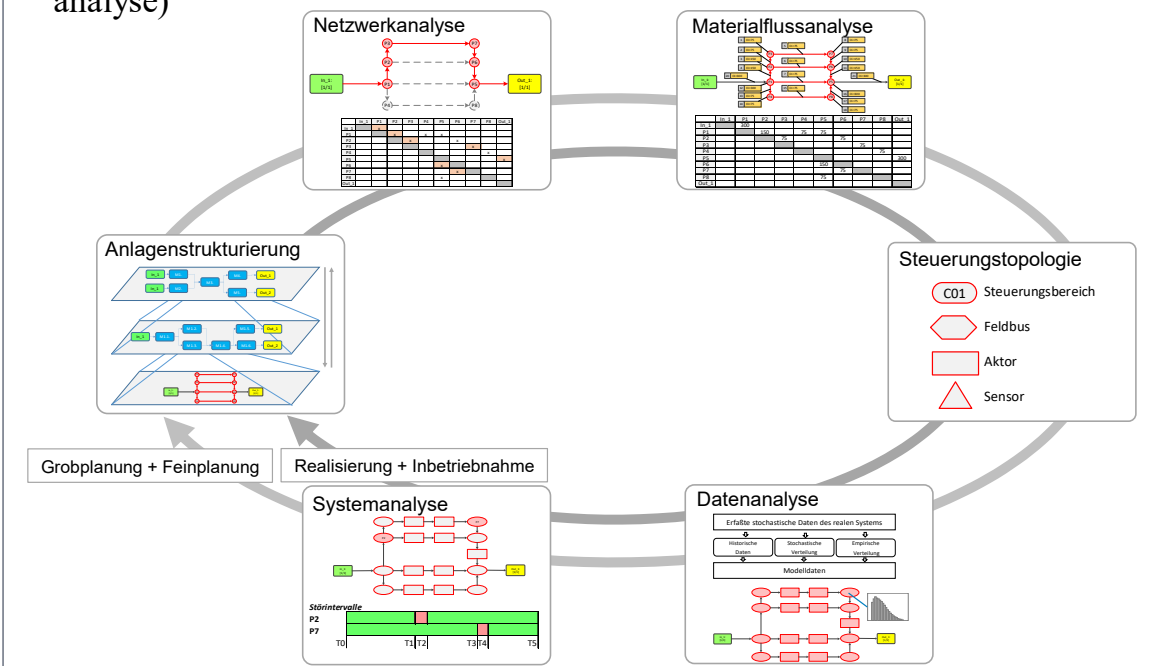
Resultierende Teilfragen

- Wie erfolgt eine richtlinien-konforme Bestimmung der Verfügbarkeitsparameter für Teilgewerke und Gesamtgewerke von logistischen Großanlagen?
- Wie können komplexe Anlagenstrukturen den Richtlinien entsprechend im Ersatzschaltbild abgebildet werden, um zeitliche bzw. layoutbezogene Randbedingungen bei der Verfügbarkeitsanalyse zu berücksichtigen?
- Wie kann ein softwarebasierter Ansatz zur automatisierten Modellbildung und Modellanalyse realisiert werden?

Methodik

Umfangreiches Lösungskonzept, welches den Nachweis der Anlagenverfügbarkeit auf Basis zahlreicher wissenschaftlicher Methoden und Ansätze durchgängig unterstützt.

- Spezieller Modellierungsansatz zur automatisierten Ableitung des „Gewichteten Verfügbarkeitsgraphen“ aus Daten der realen Anlage (Methoden der Graphentheorie, Netzwerkanalyse, Materialflusslehre)
- Berücksichtigung verfügbarkeitsrelevanter Layout-/ Anlageninformationen (hierarchische Anlagenstruktur, Materialflussparameter, Puffereffekte, Leistungsredundanzen)
- Automatisierter Export der Anlagenstruktur auf SPS-Steuerungsebene und Verknüpfung mit dem Anlagenmodell (Steuerungstopologie-Analysen)
- Modellanalyse und -bewertung auf Basis realer Stördaten/-szenarien (Methoden der statischen Simulation, Markov-Modelle, statistische Datenanalyse)



Ergebnisse

Beitrag im Bereich der Verfügbarkeitsanalyse intralogistischer Großanlagen, der sowohl Kunden und Herstelleranforderungen ausreichend berücksichtigt

Im Rahmen zahlreicher Industrieprojekte wurde der bestehende Ansatz bereits umfangreich in der Praxis getestet.

- Verfügbarkeitsnachweis im Rahmen des kompletten Produktentstehungsprozesses (Planung – Inbetriebnahme – Betrieb)
- Permanentes Verfügbarkeits-Monitoring auch bei großen Intralogistiksystemen
- Standardisierter Verfügbarkeitsnachweis anhand normierter „Störprofile“ (berücksichtigt saisonale Schwankungen, etc.)
- rasche und effiziente Modellierung des Systems (zur verbesserten Kommunikation und Verifikation mit dem Kunden) sowie ein verbesserter Nachweis der Anlagenverfügbarkeit (im Sinne der Richtlinien)
- Ablösung bestehender zeit- und kostenintensiver Verfügbarkeits-tests
- Verfügbarkeits-Analyse von Einzel- und Gesamtwerken auf Knopfdruck

Ausblick

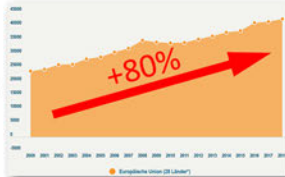
Gemeinsam mit einem führenden Industriepartner aus dem Bereich der Intralogistik wird das bestehende Konzept stufenweise in die Praxis umgesetzt und umfangreichen Verifikations- und Validierungstests unterzogen. Finales Ziel ist die Implementierung des entwickelten Ansatzes in die seitens Industriepartner bestehende Systemlandschaft.

Transformation zur Kompostieranlage der Industrie 4.0

CICHOCKI Max

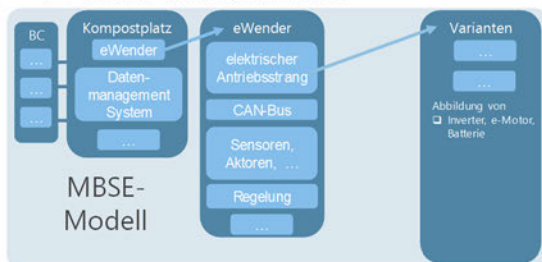
Motivation

- Abfallwirtschaft/Kompostierung
 - rasant steigend
- Kreislaufwirtschaft
 - immer wichtiger
- Traditionelle Technologien
 - Nicht mehr ausreichend!



Methode Teil 1: Model-based Systems Engineering

- Model-based Systems Engineering (MBSE)
 - Erstellt Struktur/ Modell



Forschungsgebiet

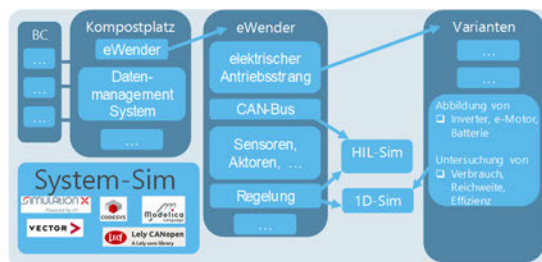
- Prototyp „eWender“
- Viel ungenütztes Potential
 - Grundsätzlichere Betrachtung vom Kompostplatz nötig
- Leitfrage:



“Wie (mit welchen Mitteln/Methoden/Tools) ist eine Transformation zur Kompostieranlage der Industrie 4.0 möglich?”

Methode Teil 2: Multidomain System Simulation

- Multi-Domain Systems Simulation (MDSS)
 - Implementierung (Lösung) der Struktur/ des Modells



Ziel:
Möglichst ganzheitliche Implementierung des MBSE Modells

Analyse existierender Methoden

- Was muss ein Kompostwender der Industrie 4.0 mindestens leisten?
- Welche Methoden werden in **verschiedenen Branchen** eingesetzt, um landwirtschaftliche Fahrzeuge der Industrie 4.0 zu entwickeln?

Literatur und Quellen

- Kompostierung in der EU: <https://de.euronews.com/2020/01/20/organische-abfalle-werden-als-kompost-wie-derverwertet>, accessed 09/2021
- Schedler, M. et.al. (2020). Interdisciplinary System Simulation of a Tracked Compost Turner. Procedia Manufacturing



Motivation

Abfallwirtschaft/Kompostierung

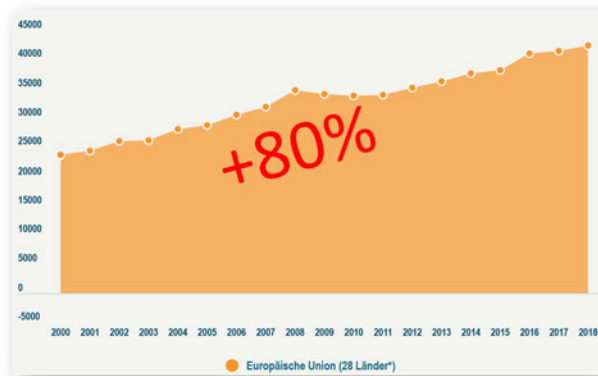
rasant steigend

Kreislaufwirtschaft

immer wichtiger

Traditionelle Technologien

Nicht mehr ausreichend!



Forschungsgebiet

- Prototyp „eWender“



- Viel ungenütztes Potential

- Grundsätzlichere Betrachtung vom Kompostplatz nötig

- Leitfrage:

“Wie (mit welchen Mitteln/Methoden/Tools) ist eine Transformation zur Kompostieranlage der Industrie 4.0 möglich?”

Analyse existierender Methoden

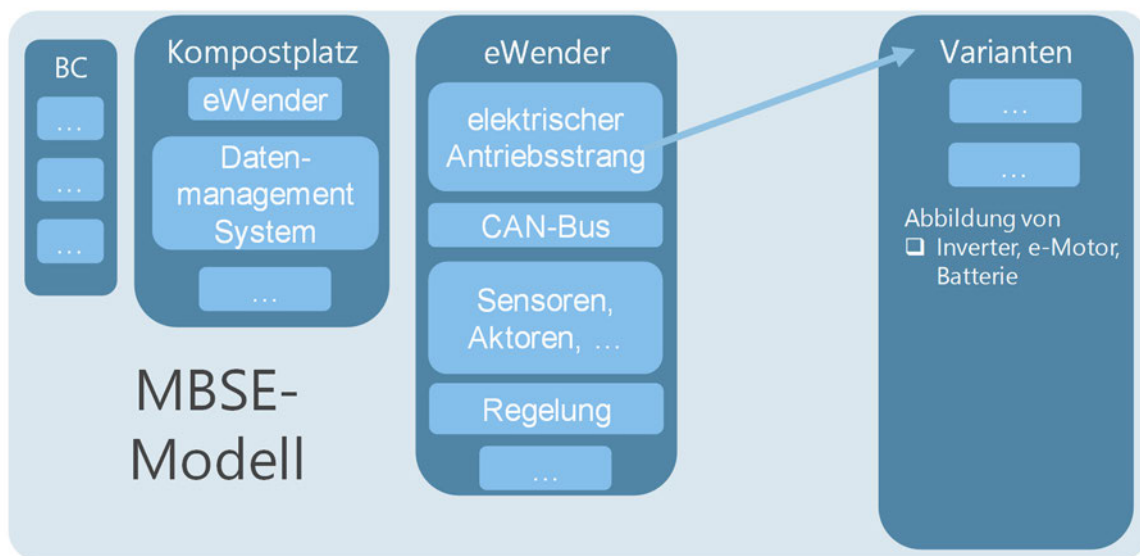
- Was muss ein Kompostwender der Industrie 4.0 mindestens leisten?

- Welche Methoden werden in **verschiedenen Branchen** eingesetzt, um landwirtschaftliche Fahrzeuge der Industrie 4.0 zu entwickeln?

Methode Teil 1: Model-based Systems Engineering

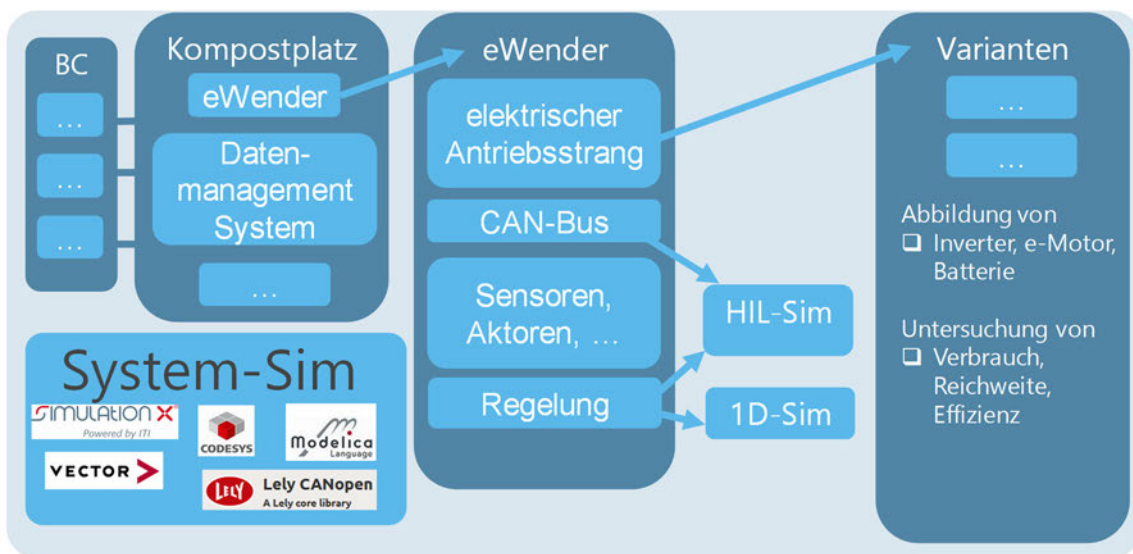
□ Model-based Systems Engineering (MBSE)

□ Erstellt Struktur/ Modell



Methode Teil 2: Multidomain System Simulation

- ❑ Multi-Domain Systems Simulation (MDSS)
 - ❑ Implementierung (Lösung) der Struktur/ des Modells



Ziel:
Möglichst ganzheitliche Implementierung des MBSE Modells!

Literatur und Quellen

- ❑ Kompostierung in der EU: <https://de.euronews.com/2020/01/20/organische-abfalle-werden-als-kompost-wiederverwertet>, accessed 09/2021
- ❑ Schedler, M. et.al. (2020). Interdisciplinary System Simulation of a Tracked Compost Turner. Procedia Manufacturing

