



Transport- und Lagerlogistik der Zukunft

DIH-Süd | MCI Campus Linz | Werkzeugkiste für (Tischlerei-) Betriebe

Dr. Christian Burkart | Institut Industrial Management | Supply Chain Management Competence Center

FH JOANNEUM
Industrial Management
Industriewirtschaft

CC-BY Marco Verch

Agenda

Fahrplan für heute Vormittag

- / Kennenlernrunde
- / Herausfordernde Zeiten – Nicht nur, aber auch für KMU
- / Transportlogistik mit LKW und Bahn
- / Intralogistikansätze
- / PAUSE!
- / Workshopteil: Share your Best Practices!
 - / Individuelles Assessment
 - / Gruppendiskussion
 - / Präsentation der kritischen Punkte



Vortragender – Christian Burkart



Portrait



Christian Burkart ist Hochschullektor am Institut Industrial Management und seit 2022 an der FH JOANNEUM mit Schwerpunkt in den Bereichen Supply Chain Management und Logistik tätig. Er engagiert sich in unterschiedlichen Settings in der Hochschullehre zum Themenfeld SCM und forciert in Projekten mit Industrie- bzw. industrienahen Unternehmen den Wissenstransfer zwischen angewandter Forschung, unternehmerischer Praxis und der Hochschullehre. Er engagiert sich als Generalsekretär von Logistics Research Austria für österreichische Logistikforschung.

Der akademische Background des gebürtigen Grazers ist die wirtschaftswissenschaftliche Sicht auf SCM im Rahmen eines Master- und Doktoratsstudium an der Wirtschaftsuniversität Wien.

Kontaktinformation

Dr. Christian Burkart / Hochschullektor (FH)
Institut Industrial Management
Supply Chain Management Competence Center
FH JOANNEUM – University of Applied Sciences
Werk-VI-Straße 46, A-8605 Kapfenberg
T: +43 316 5453-8315
M: christian.burkart@fh-joeanneum.at
www.fh-joeanneum.at/iwi

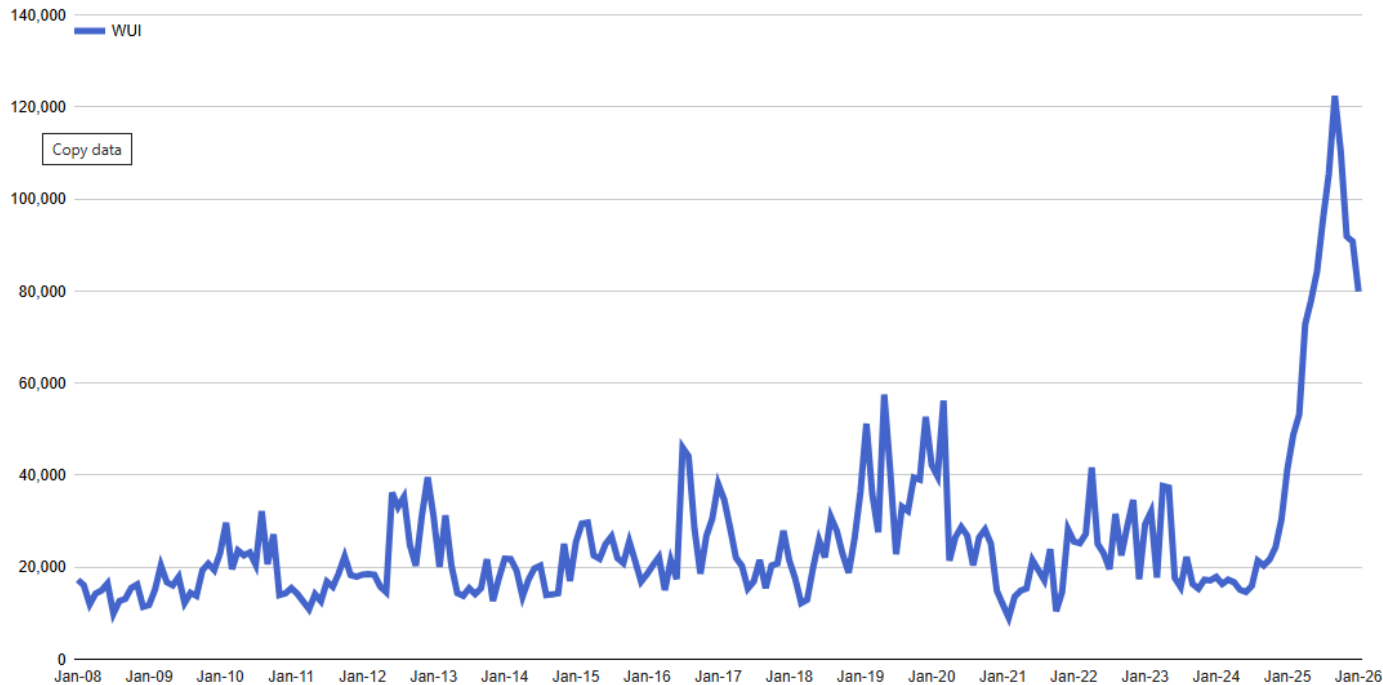
Projekte in der Industrie und Forschung (Auszug)

- Marktanalyse von Triebfahrzeugführerplanungssoftware und Umsetzung eines Softwareauswahlprozesses bei einem Eisenbahnverkehrsunternehmen (2025)
- Systematische Erhebung der Personalplanungsprozesse eines Eisenbahnverkehrsunternehmens und Entwicklung von Verbesserungspotentialen (2024)
- Entwicklung eines Innovationsnetzwerks zur Forcierung von Verkehrsvermeidungsmaßnahmen und Mapping der dafür erforderlichen AkteureInnen (2024)
- Analyse der Betriebsökologie eines Finanzdienstleistungsunternehmens (2023)
- Implementierungs- & Investitions-Konzept für Automated Guided Vehicles zur flexiblen Automatisierung innerbetrieblicher Transportprozesse (2023)
- Entwicklung eines Konzepts für eine Sharingplattform für innovative Güterwaggons im Rundholztransport (2023)
- Technische und wirtschaftliche Potenzialanalyse von Automated Guided Vehicles in einem Distributionszentrum (2022)
- Entwicklung eines Right-Supplier-Sourcingmodells für ein Maschinenbauunternehmen zur Steigerung der Lieferkettenresilienz (2022)
- Analyse von Preisgleitklauseln in der metallverarbeitenden Industrie und Entwicklung eines Tools für den Einkauf (2022)
- ...

Publikationen (Auszug)

- Burkart, C., Kampel, I., Brunner, U. & Dirnberger, J. (2023). The ABC of Ecological Sustainability in C-parts Management. A Maturity Model for the Evaluation of Sustainability in C-parts Management. In Lecture notes in networks and systems (S. 398–411). https://doi.org/10.1007/978-3-031-38274-1_33
- Brunner, U., Baum, C., Burkart, C. & Tschandl, M. (2023). Local sourcing in response to Covid: Merely a theory from the ivory tower? An Austrian industry perspective. In Advances in supply management (S. 93–116). https://doi.org/10.1007/978-3-658-42635-4_6
- Polt, R. & Burkart, C. (2023). Lehrbuchanalyse österreichischen SCM-Unterrichts im tertiären Bereich. In U. Brunner, M. Prandstetter, G. Reiner, F. P. Starkl, S. Stein & T. Wakolbinger (Hrsg.), *Jahrbuch der Logistikforschung. Innovative Anwendungen, Konzepte & Technologien* (Bd. 4, S. 213–223). Trauner.
- Burkart, C., Besiou, M. & Wakolbinger, T. (2017). The funding-Humanitarian supply chain interface. *Surveys in Operations Research and Management Science*, 21(2), 31–45.
- Burkart, C., Nolz, P. C. & Gutjahr, W. J. (2017). Modelling beneficiaries' choice in disaster relief logistics. *Annals of Operations Research*, 256(1), 41–61.
- Burkart, C., Wakolbinger, T. & Toyasaki, F. (2018). Funds allocation in NPOs: The role of administrative cost ratios. *Central European journal of operations research*, 26(2), 307–330.
- Gossler, T., Wakolbinger, T. & Burkart, C. (2020). Outsourcing in humanitarian logistics – status quo and future directions. *International Journal Of Physical Distribution & Logistics Management*, 50(4), 403–438. <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-12-2018-0400>
- Maier, F., Meyer, M., Burkart, C. & Terzieva, B. (2024). Societal Roles of Nonprofit Organizations: Parsonian Echoes and Luhmannian Reframing of the Organization–Society Interface. *Nonprofit And Voluntary Sector Quarterly*. <https://doi.org/10.1177/08997640241241321>
- Terzieva, B., Burkart, C., Maier, F. & Meyer, M. (2024). Democracy and Management: Organizational Practices and Nonprofits' Contributions to Society. *Nonprofit And Voluntary Sector Quarterly*. <https://doi.org/10.1177/08997640241267861>

World Uncertainty Index – Woran liegt es?



The WUI is computed by counting the percent of word “uncertain” (or its variant) in the **Economist Intelligence Unit** country reports. The WUI is then rescaled by multiplying by 1,000,000. A higher number means higher uncertainty and vice versa.

Future of Jobs Report 2025

Five key labour-market drivers

WORLD
ECONOMIC
FORUM



Source: World Economic Forum, (2025), *Future of Jobs Report 2025*.

Probleme in der Rohstoffversorgung /-verfügbarkeit

Ungewöhnlich niedrige Temperaturen in Texas ...



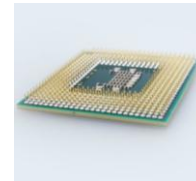
... führen zu Erdölförderproblemen und folglich zu einer PVC-Verknappung!

Containermängel und somit steigende Preise sorgen für ...



... akute Mängel an Aktivkohle anderen Rohstoffen in Europa!

Trockenheit in Taiwan führt zu ...



... Wassermangel in der Halbleiter- bzw. Chipproduktion!

Hohe Temperaturen in Kanada begünstigen ...



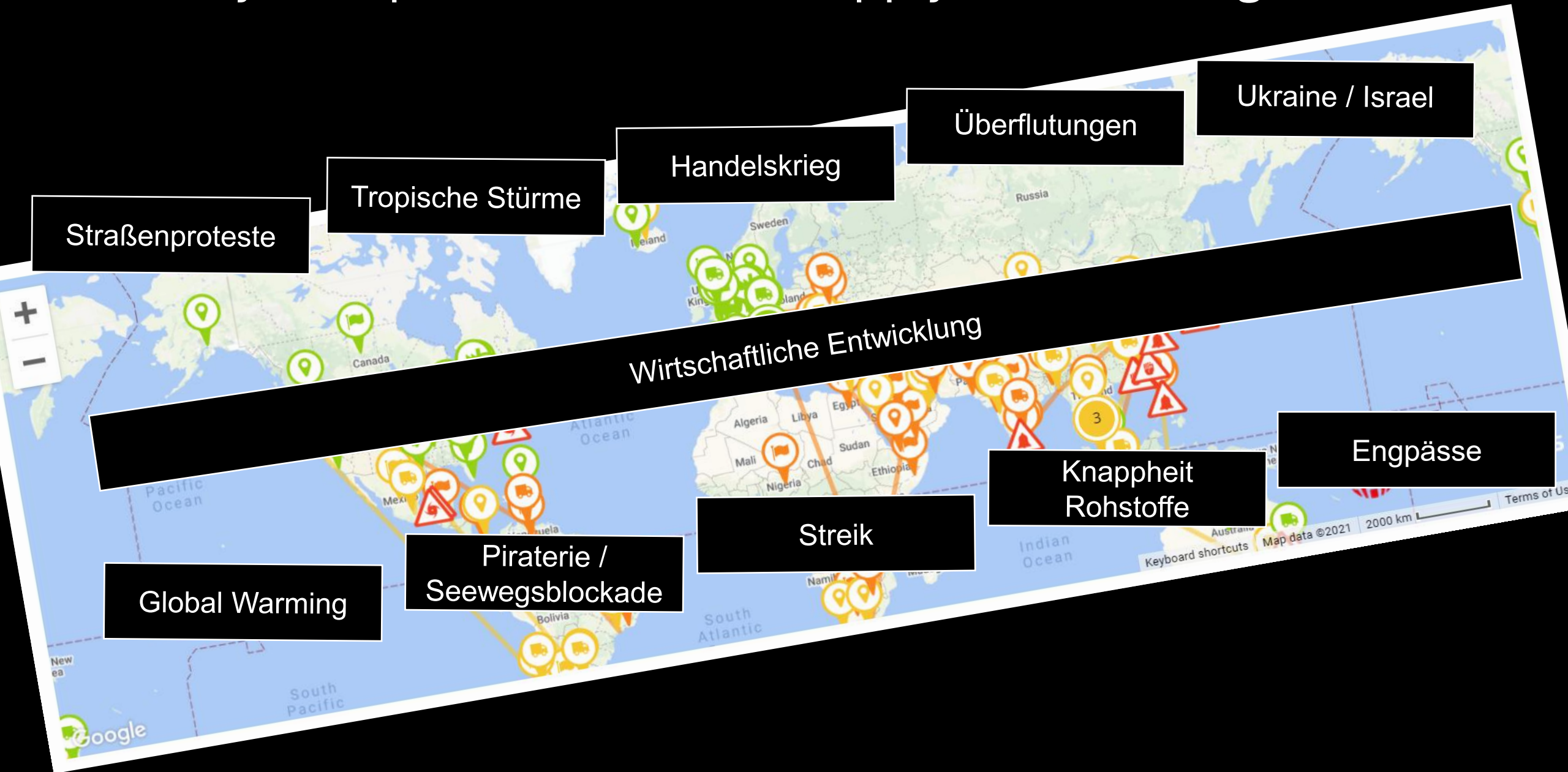
... die Vermehrung von Latschenkäfer. USA importiert vermehrt aus EU!

Hochwasser und Extremwetterlagen führen ...



... aufgrund überschwemmter Gleisanbindungen zu Lieferschwierigkeiten in der Stahlindustrie.

The daily disruption business of supply chain managers ...



Ansatzpunkte in der externen Logistik

Bahn ist um den Faktor 17 klimaverträglicher



Gramm CO₂ pro Tonnenkilometer

69 g

- 4 g



Lkw Sattelzug



Bahn

Quelle: Umweltbundesamt 2023, Grafik: VCO 2023, Lizenz CC BY-ND

Ansatzpunkte zu mehr Nachhaltigkeit

Ausbau der Bahninfrastruktur

Semmering-Basistunnel
Koralmtunnel
Brennerbasistunnel



Terminalausbau
für Kombiverkehr



Allgemeiner
Netzausbau

Digitale Automatische Kupplung DAK



bisher mit
Schraubekupplung



neu mit DAK

Hybridlokomotiven und Triebfahrzeuge



Bild oben: zB Zweikraftlokomotiven (hier im Bild
Stadler Eurodual) mit dieselektrischem und
elektrischen Antrieb



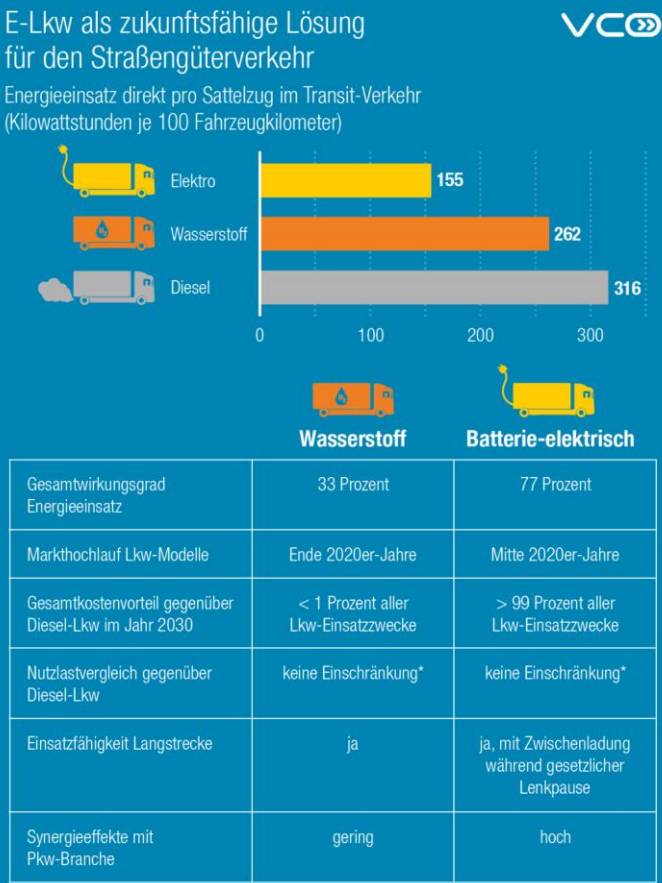
Akkutriebzug ÖBB (CityJet Eco 4746, BEMU:
Battery-Electric-Multiple-Unit), kann während
der Fahrt im elektrifizierten Netz geladen

Ansatzpunkte zu mehr Nachhaltigkeit

Zusätzlich:
Routenoptimierung,
Telematiksysteme,
Sparmaßnahmen

FH JOANNEUM
Industrie-Management
Industriewirtschaft
Bildquellen: https://transport-online.de/sites/default/files/public/styles/_news_2100x1400_/public/images-fachartike/3140504-100-dpi-rgb.jpg
https://images.labroots.com/content_article_image_8124562785d61f81096b5a183c46a1aeddf91658_8754.png
https://logistra.de/sites/default/files/public/styles/_news_1050x700_/public/images-news-teaser/newsnewsdhl-paketkopter-norddeich-flug_0.jpg
https://logistik-heute.de/sites/default/files/public/styles/_news_1050x700_/public/images-news-teaser/starship-dominos-pizza-1-starship.jpg

Elektromobilität



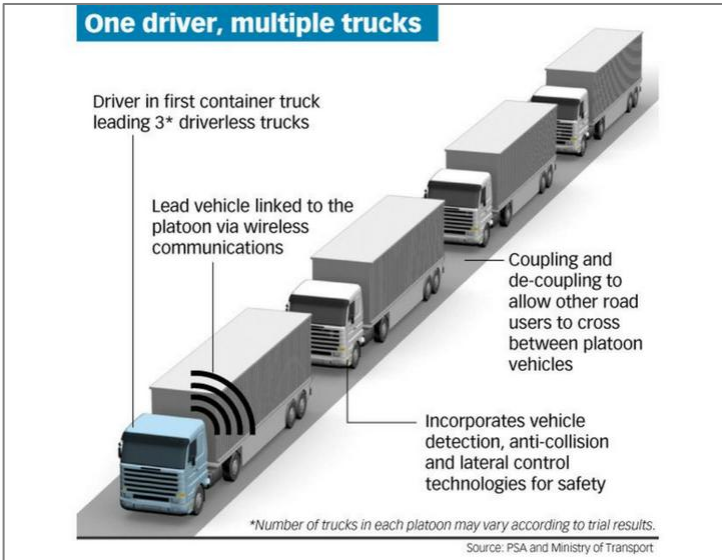
* Einsparung 2,2 Tonnen Dieselmotor/Antriebsstrang und zwei Tonnen erlaubtes Mehrgewicht für emissionsfreie Lkw

Quelle: UBA 2022, T&E 2020, T&E 2022 Grafik: VCO 2023, Lizenz CC BY-ND

City Logistik



Platooning und Kombiniertes Verkehr



Best Practice – Helrom Trailer Rail und ÖBB-Mobiler

- Somit sind statt 10 % etwa 90 % der LKW-Anhänger auf der Schiene transportfähig.
- Seit August 2020 im Probebetrieb, seitdem konnten 3.500 Trailer umgeladen und somit 100 Tonnen CO₂ eingespart werden



(257) Helrom receives the El-Mo Award for the inovativ freight semi-trailers for railroads - YouTube



(257) MOBILER - Multitainer - YouTube

Moderne Lokomotiventwicklungen

Wasserstoff-Triebzug



Elektrozug mit Batteriespeicher und Brennstoffzelle. Die Brennstoffzelle erzeugt den Strom aus Wasserstoff. Erste Einsätze 2018 in Niedersachsen.

Erprobung ab 2018



Batterie-Triebzug



Elektrozug mit Batterien als Energiespeicher. Lädt auf Strecken mit Oberleitung die Batterien auf und fährt dann auch auf Strecken ohne Oberleitung elektrisch.

Erprobung ab 2019



Hybrid-Lokomotive



E-Lok mit Batteriespeicher. Der Strom wird von einem Dieselaggregat mit optimaler Drehzahl erzeugt und in Batterien gespeichert. Spart 50% Treibstoff und 70% Schadstoffe.

Einsatz seit 2015



Last-Mile-Lokomotive



Elektrolok mit Diesel-Hilfsmotor für die ersten und letzten Kilometer bis zur Oberleitung. Nutzt die E-Infrastruktur maximal aus und vermeidet Dieselfahrten unter der Oberleitung.

Einsatz seit 2016



Dual-Mode-Lokomotive



2-in-1: E-Lok, die auch längere Strecken ohne Oberleitung überbrücken kann. Ein Dieselaggregat erzeugt Strom für den Elektromotor. Ersatz für reine Dieselloks.

Einsatz ab 2020



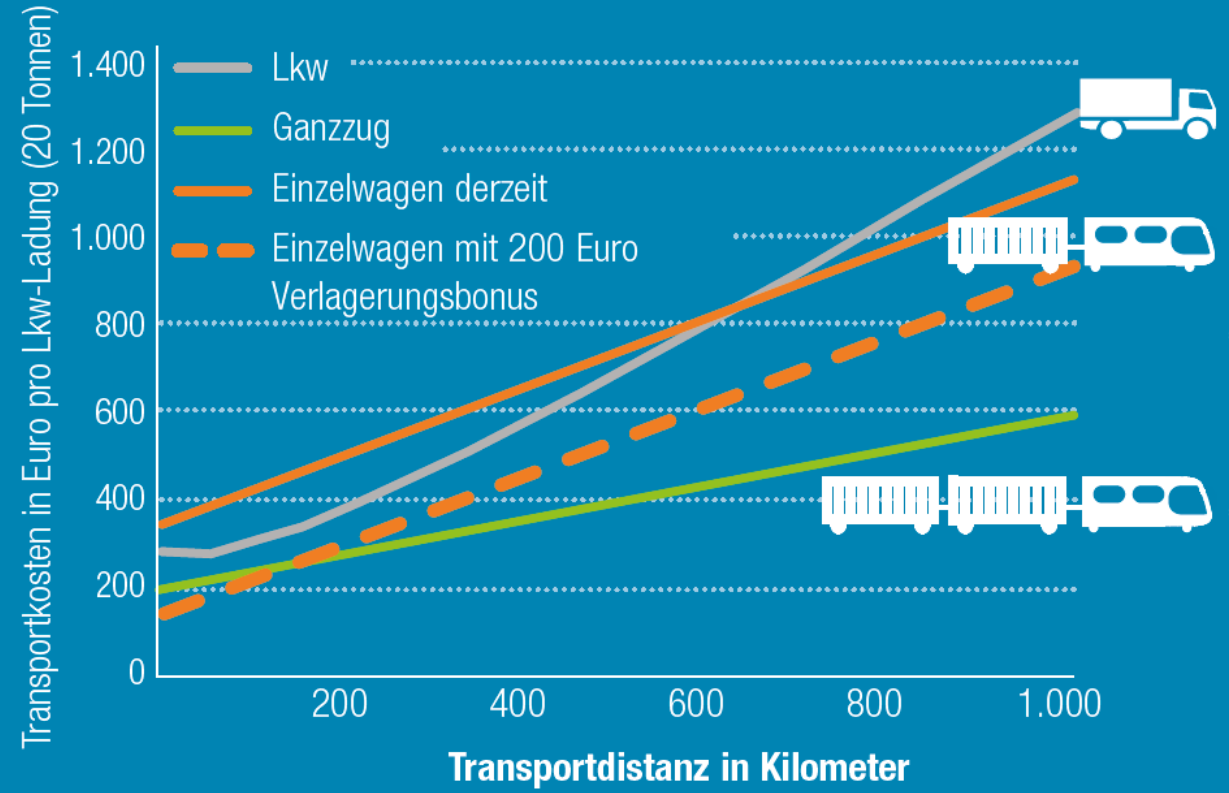
Straßengütertransport profitiert von Wettbewerbsverzerrung



Lkw 	Bahn 
Maut nicht flächendeckend, sondern nur auf Autobahnen und Schnellstraßen	Flächendeckend Infrastruktur-Benützungsentgelt
Sozialdumping durch Umgehung inländischer Mindeststandards („ausflaggen“)	kein Sozialdumping
Mineralölsteuer-Begünstigung	Mineralölsteuer wie bei Lkw für Diesel-Loks, Elektrizitätsabgabe, indirekter Emissionshandel
Betriebsstandorte haben stets Straßenanschlüsse, meist öffentlich finanziert	Schienenanschlüsse sind grundsätzlich privat zu errichten und werden gefördert
Tempolimit-Übertretung möglich	Nicht möglich
Nicht-Einhalten von Lenk- und Ruhezeiten	Nicht möglich
Nicht-Einhalten der Schadstoff-Grenzwerte	Nicht möglich
Illegale Kabotage	Nicht möglich
4,5 Cent externe Kosten pro Tonnen-Km	0,6 Cent externe Kosten pro Tonnen-Km

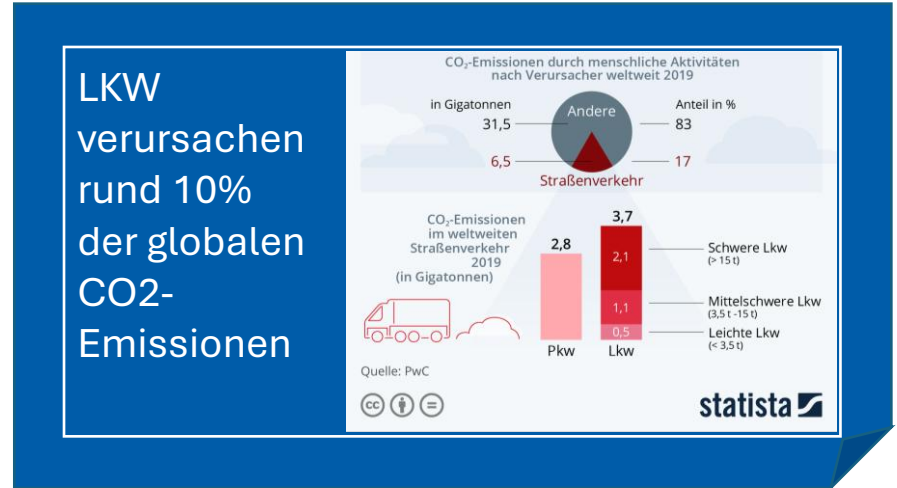
Quelle: AK Wien 2011, Kummer 2014, ETF: Bericht über die Arbeits- und Lebensbedingungen von Berufskraftfahrern in Europa. 2012. WU, Quantitative Analyse der Kabotage in Österreich. 2016
 Grafik: VCO 2018

Schienengüterverkehr auch auf kürzeren Distanzen wettbewerbsfähig machen

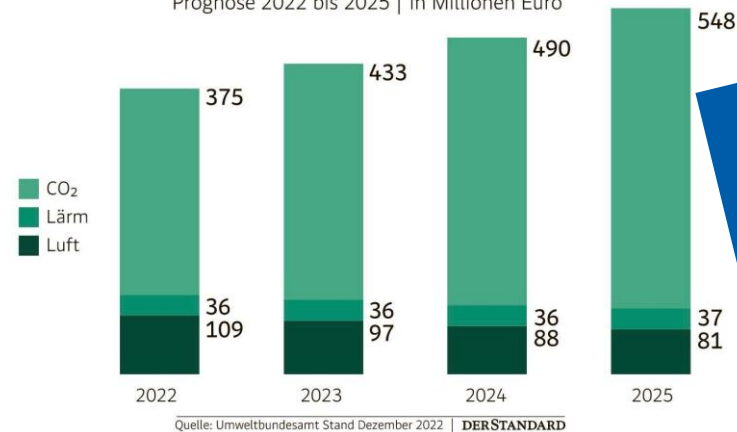


Quelle: Economica 2015, VCO 2021 Grafik: VCO 2021

Probleme beim Transport: LKW



Umweltkosten des Schwerverkehrs auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich
Prognose 2022 bis 2025 | in Millionen Euro



Umweltkosten: internalisierte Kosten, die durch die Vermeidung, Beseitigung, Verwertung und Überwachung von Umweltbelastungen und der Beanspruchung der Umwelt verursacht werden

VCO. „Straßenschäden durch Lkw verursachen hohe Kosten - Mobilität mit Zukunft“. Zugriffen 15. September 2023. <https://vcoe.at/publikationen/vcoe-factsheets/detail/strassenschaden-durch-lkw-verursachen-hohe-kosten>.

Statista. „Infografik: Lkw verursachen rund 10 Prozent der globalen CO₂-Emissionen“. Statista Daily Data, 9. Februar 2022. <https://de.statista.com/infografik/26813/co2-emissionen-durch-menschliche-aktivitaeten-nach-verursacher-weltweit>.

Ungerboeck, Luise. „Kostenlawine für die Transportwirtschaft“. DER STANDARD, 28. Juli 2023. <https://www.derstandard.at/story/3000000180932/kostenlawine-f252r-die-transportwirtschaft>.

Lettner, Thomas. „Steigende Treibstoffpreise stellen Unternehmer vor Herausforderungen“. Tips Online. Zugriffen 15. September 2023. <https://www.tips.at/nachrichten/enns/wirtschaft-politik/561323-steigende-treibstoffpreise-stellen-unternehmer-vor-herausforderungen>.

Autonomes Fahren und Assistenzsysteme

Das zentrale Forschungs- und Entwicklungsfeld vieler PKW- als auch LKW-Hersteller

Aktuelle Entwicklungen zeigen deutlich, dass der Trend in Richtung autonomes Fahren voll im Gange ist. Anfangs werden es noch teilautonome Systeme mit menschlicher Kontrolle sein, die in weiterer Folge von vollständig autonomen Systemen substituiert werden. Daraus entstehen folgende Implikationen für das Transportmanagement:

1

Neue Daten zur Steuerung der Liefer- & Transportzeiten

2

Neue Jobprofile für LKW-User

3

Bessere Lastverteilung und Kostenoptimierung



Einride Pod



Mercedes Benz Future Truck 2025

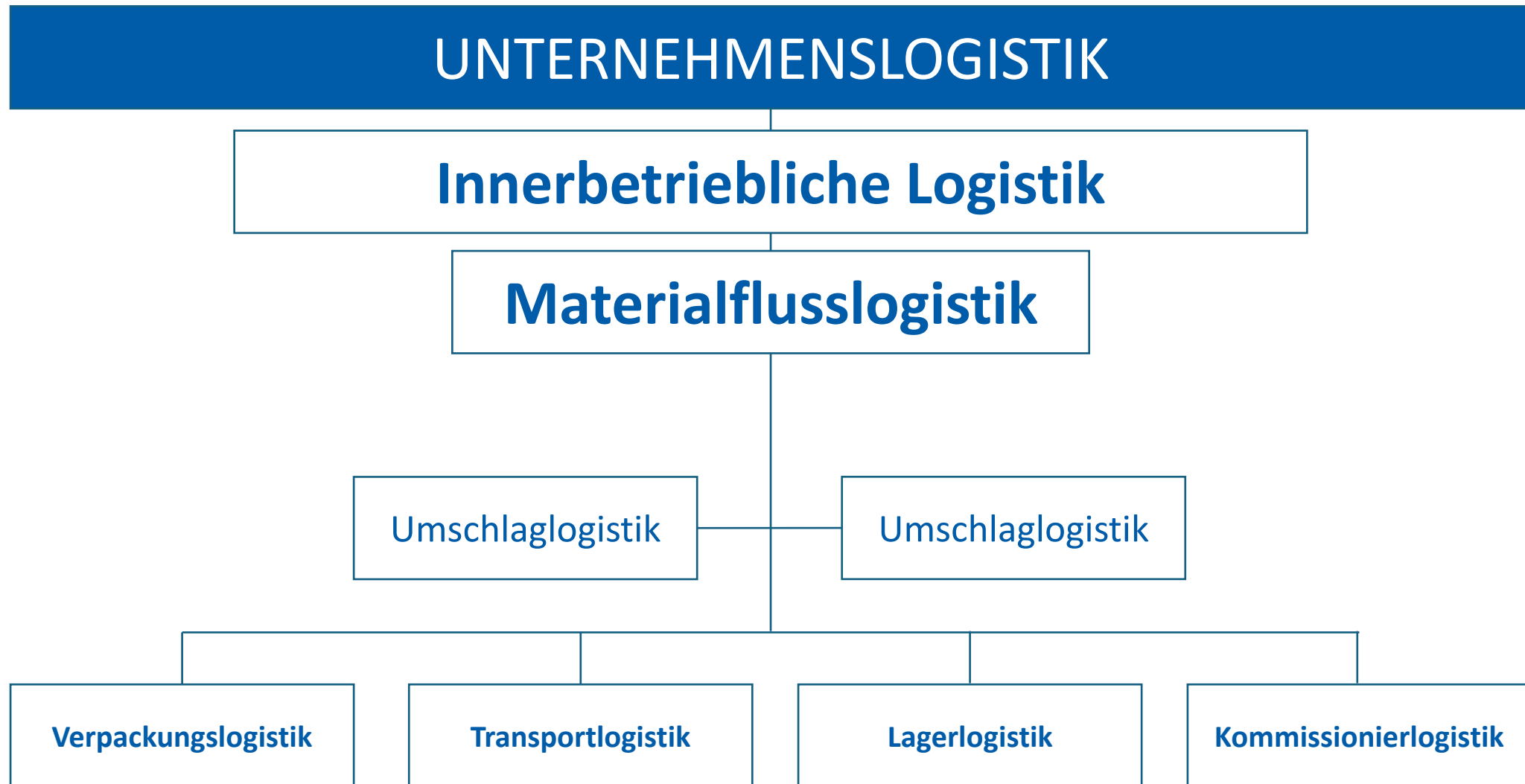


Iveco Z Truck



Volvo Concept Truck 2020

Ansatzpunkte in der Intralogistik



Ansatzpunkte in der Intralogistik

UNTERNEHMENSLOGISTIK

Innerbetriebliche Logistik

Materialflusslogistik

Umschlaglogistik

Umschlaglogistik

Verpackungslogistik

Transportlogistik

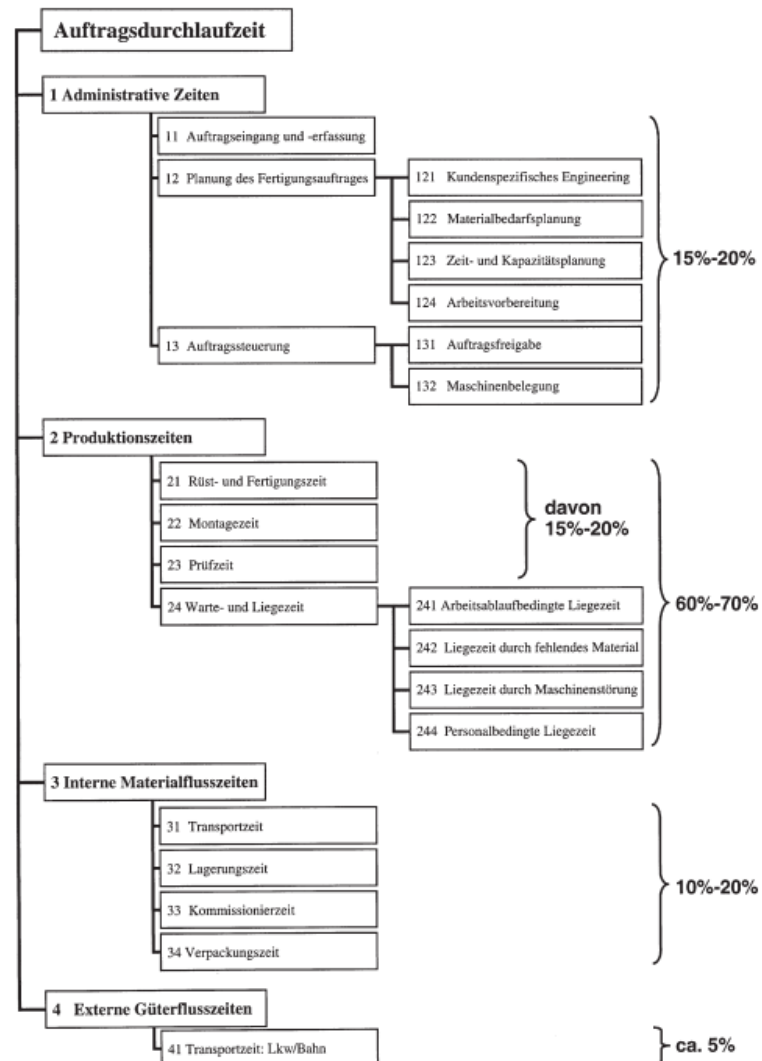
Lagerlogistik

Kommissionierlogistik

Materialfluss

Wareneingang
Warenidentifikation
Lagerung
Kommissionierung
Verpackung
Sortierung
Warenausgang
Verladung

Materialfluss – kein reißender Wildbach...



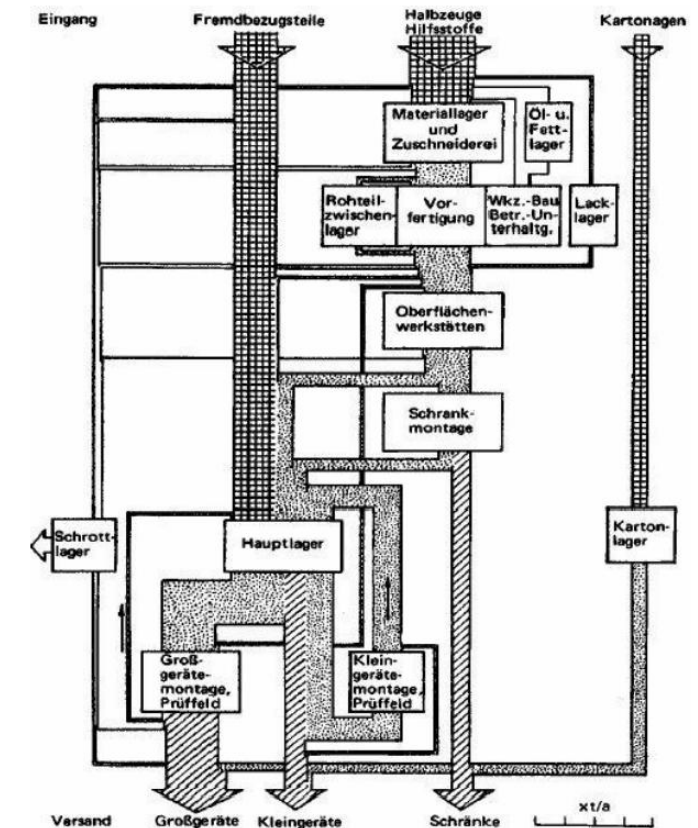
Materialfluss verstehen

VON-NACH-Matrix (Materialflussmatrix)

- Aufnahme von Transportfrequenzen (Anzahl Transporteinheiten pro **Zeiteinheit** zwischen Quelle/Senke)
- Darüber hinaus auch andere Aufnahmen möglich! (Gewicht, Volumen, Wege, Kosten, Transportmittel, ...)
- Festlegung eines repräsentativen Analysezeitraums

Materialflussmatrix								
VON \ NACH	Wareneingang	Lagerung	Kommissionierung B2B	Kommissionierung B2C	Konsolidierung	Versand	Warenausgang	Summe
Wareneingang		2.500						2.500
Lagerung			1.250	1.250				2.500
Komm. B2B					1.250			1.250
Komm. B2C					1.250			1.250
Konsolidierung						2.500		2.500
Versand							2.500	2.500
Warenausgang								0
Summe	0	2.500	1.250	1.250	2.500	2.500	2.500	

Quelle: Vidovic 2024

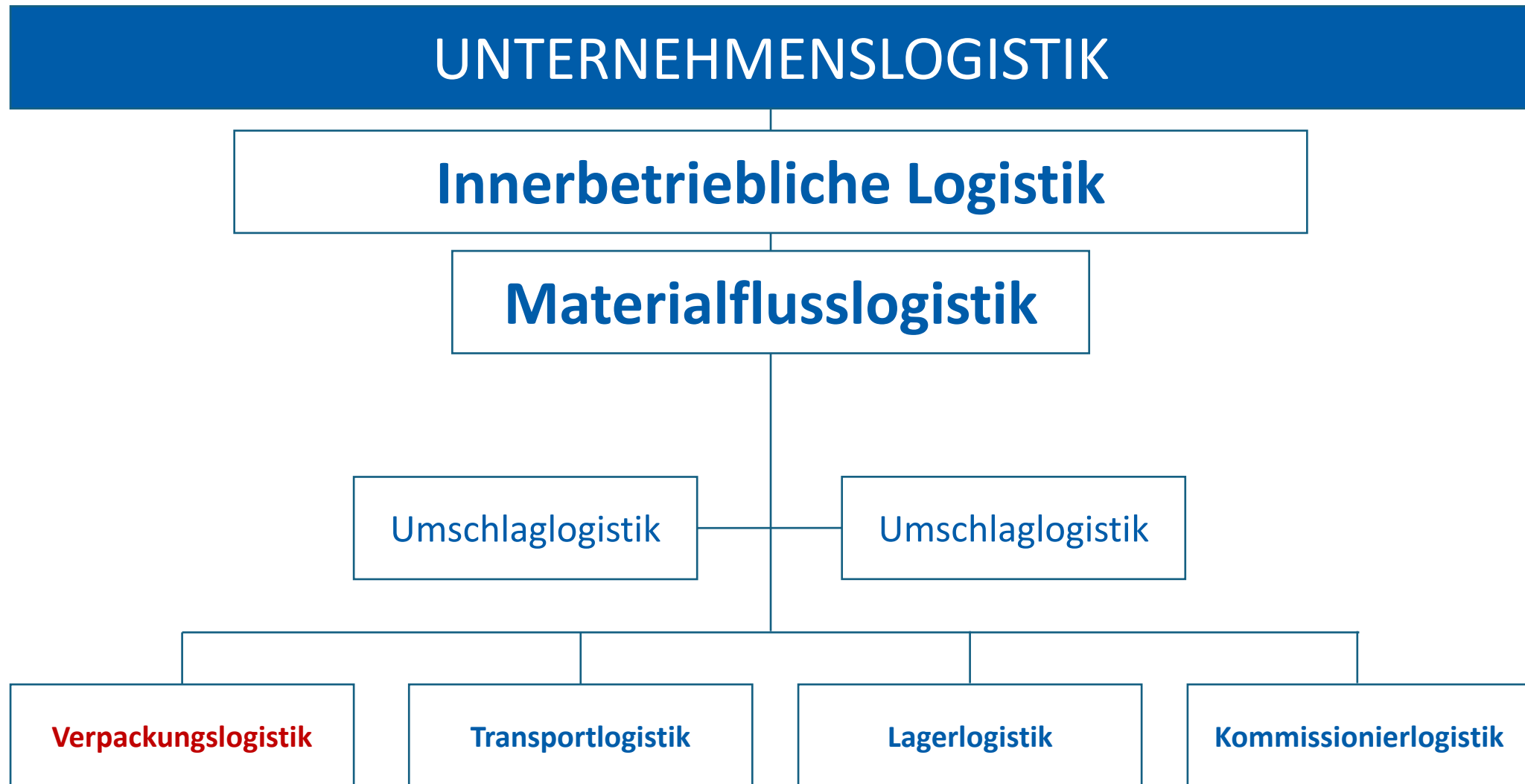


Grafische Abbildung mittels Sankey-Diagramm
(VDI Richtlinie 2689)

Die Supply-Chain-Kennzahl – Cash Conversion Cycle

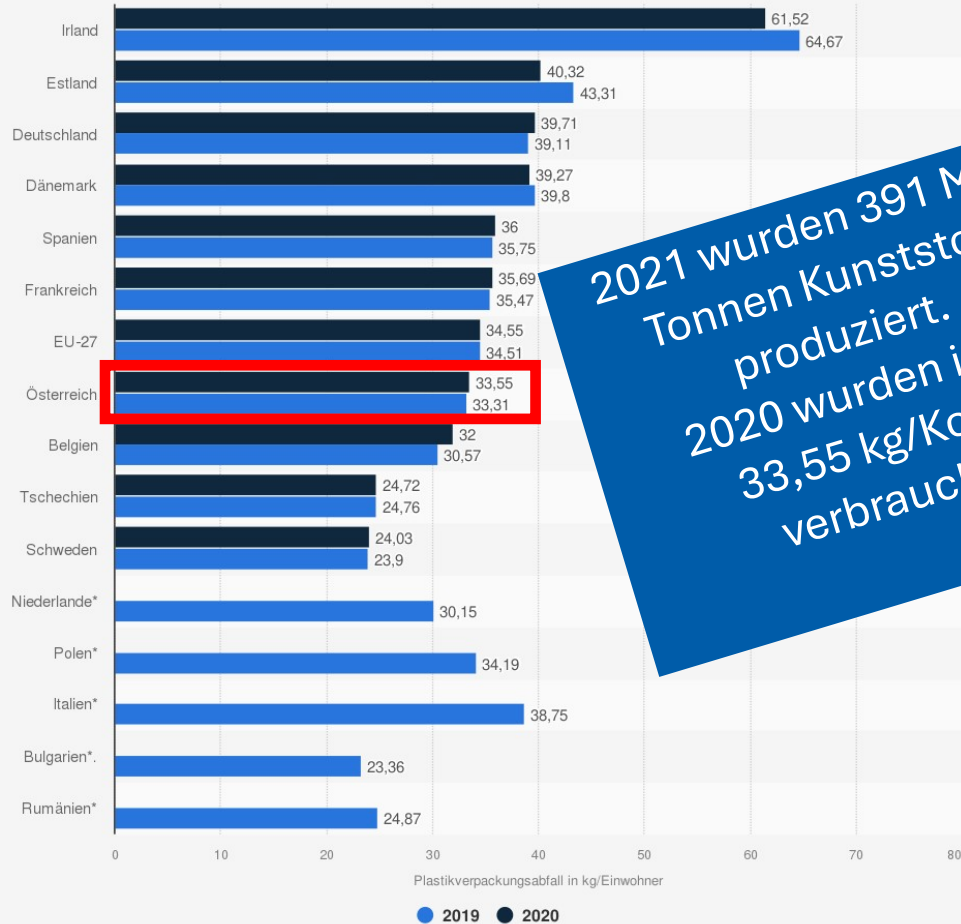
Days Inventories Held DIH (Lagerumschlag) [Tage]	$\frac{\text{Durchschnittlicher Lagerbestand}}{\text{Umsatz}} * 365$ Diese Kennzahl gibt Auskunft darüber, wie häufig der Lagerbestand umgeschlagen wird. Eine hohe Anzahl von Tagen ist ein Indiz für eine lange Umschlagszeit und damit eine hohe Kapitalbindung. Ein Herunterbrechen nach Warengruppe ist empfehlenswert.
Days Sales Outstanding DSO (Forderungsumschlag) [Tage]	$\frac{\text{Durchschnittlicher Forderungsbestand}}{\text{Umsatz}} * 365$ <i>Keine Einkaufskennzahl, jedoch aufgrund der Vollständigkeit bzw. zur Berechnung der Days Working Capital hier enthalten.</i> Diese Kennzahl gibt Auskunft darüber, wie lang Forderungen durchschnittlich ausständig sind. Eine hohe Anzahl von Tagen ist ein Indiz für zu lange Zahlungsziele oder ein schlechtes Mahnwesen.
Days Payables Outstanding DPO (Kreditorenumschlag) [Tage]	$\frac{\text{Durchschnittliche Verbindlichkeiten}}{\text{Einkaufsvolumen}} * 365$ Diese Kennzahl gibt Auskunft darüber, in welchem Zeitraum Verbindlichkeiten durchschnittlich bezahlt werden. Insbesondere wenn kein Skonto mit Lieferanten vereinbart wird, ist eine möglichst lange Zahldauer anzustreben. Gutes Verhandeln erhöht diesen Wert. Verspätetes zahlen ebenfalls, aber mit negativen Folgen für die Reputation.
Days Working Capital DWC (Cash Conversion Cycle CCC), Working-Capital-Umschlag) [Tage]	$\text{DIH} + \text{DSO} - \text{DPO}$ Diese Kennzahl gibt Auskunft darüber, wie lange Kapital im Unternehmen gebunden ist. Eine möglichst kurze Kapitalbindung ist anzustreben. Ein hoher Wert bedeutet hohen Kapitalbedarf zur Finanzierung des Umsatzes

Ansatzpunkte in der Intralogistik



Problempunkte Verpackung

Plastikverpackungsabfall in ausgewählten EU-Ländern je Einwohner in den Jahren 2019 und 2020 (in Kilogramm)



2021 wurden 391 Mio.
Tonnen Kunststoff
produziert.
2020 wurden in Ö
33,55 kg/Kopf
verbraucht

Quelle
Eurostat
© Statista 2023

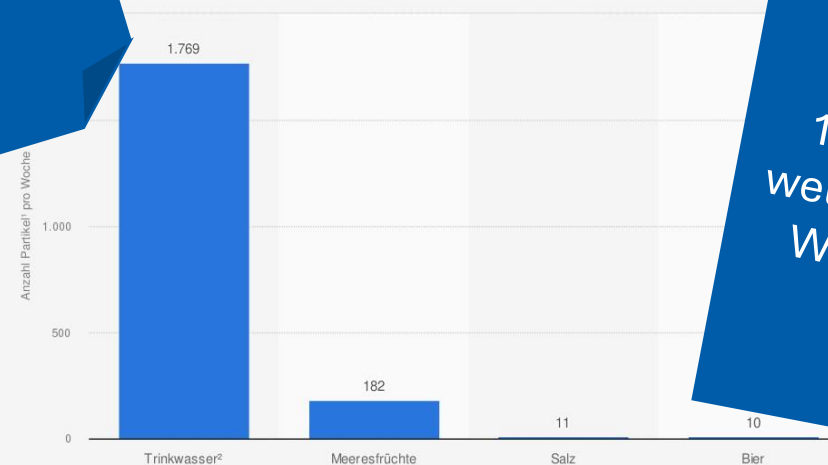
Weitere Informationen:
Europa; 2019 und 2020; * Keine Angabe für 2020.



EWP Recycling Pfand Österreich gGmbH



ätzte Aufnahme von Mikroplastik durch den Verzehr gängiger Lebensmittel und Getränke (Partikel¹ pro Woche)



Quellen
WWF; Institute of Health and Society
© Statista 2023

Weitere Informationen:
Weltweit; WWF; Institute of Health and Society; 2019

2022 konsumiert jeder
Mensch durchschnittlich
1.972 Mikroplastikpartikel
weltweit durchschnittlich pro
Woche -> entspricht einer
Menge von 5g

Rennert, David. „Nicht einmal ein Zehntel wird weltweit recycelt: Verhandlungen zu Plastikmüll gehen in die nächste Runde“. DER STANDARD, 2. Dezember 2022. <https://www.derstandard.de/story/2000141399954/internationale-verhandlungen-zu-plastikmuell-gehen-in-die-naechste-runde>.

Umweltbundesamt. „Plastik und Mikroplastik in der Umwelt“. Zugriffen 3. Oktober 2023. <https://www.umweltbundesamt.at/umwelthemen/stoffradar/mikroplastik>.

Statista. „Aufnahme von Mikroplastik durch Lebensmittel“. Statista. Zugriffen 3. Oktober 2023. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1326466/umfrage/aufnahme-von-mikroplastik-durch-den-verzehr-gaengiger-lebensmittel/>.

Best Practice Verpackung - 1



- Wiederverwendbare Post Loop-Verpackungen
- Leere Verpackung wird zurück zur Post geschickt, dort gereinigt und kommissioniert und kommt wieder in den Kreislauf
- Können bis zu 30-mal verwendet werden
- Deutlich geringerer Emissionsanteil bei Produktion und Entsorgung



tbs-pack GmbH & alpha-pack Group



Setzen auf extra dünne, aber dennoch reißfeste Verpackungsfolien

Beispiel: Eco-Stretchfolie

Wird in der Logistik verwendet zur Sicherung von Paletten im Versand
Reduktion der Folienstärke durch ein speziell entwickeltes Verfahren,
beim dem der Materialeinsatz um 50% reduziert werden kann
Geringere Umweltbelastung, Preiseinsparung

„Castelli-Greenline“

Portfolio aus nachhaltigen Verpackungsmaterialien aus Papier,
nachwachsenden Rohstoffen oder Rezyklaten (wiederverwendbare
Kunststoffe)

Recyclebar und biologisch abbaubar

Verwendung richtiger Maschinen → weniger Materialeinsatz, weniger
Energieverbrauch, weniger CO₂-Ausstoß

Best Practice Verpackung - 2



- Kleinere Teile: Verpackung und Füllmaterial aus recyceltem Karton – kein Kunststoff
- Größere Verpackungseinheiten für die Lieferung nach Übersee und komplexen Systemen:
 - Luftpolsterfolie aus nachhaltigem Material
 - 40% recycelten Material und 100% CO₂-neutral
 - Aufblasen der Folie geschieht vor Ort: Transport der Folie wird 25mal weniger Platz benötigt -> 30 LKW-Fahrten eingespart = 40 Tonnen CO₂-Einsparung



(258) OptiLedge Unit Load Making - YouTube

- Zusammen mit OptiLedge hat IKEA eine neue Palette entwickelt.
- Diese hat ein Gewicht von weniger als einem Kilogramm und ist zu 100% aus dem recyceltem Material Copolymer Polypropylen.
- Diese Paletten können in Form und Größe auf das Produkt angepasst werden.

Best Practice Verpackung - 3



- Advantage StretchWrap
- Palettenverpackung zu 100% aus Kraftpapier
- Das Papier enthält keine Kunststoffe oder Beschichtungen und ist daher in den bestehenden europäischen Abfallströmen vollständig recyclebar
- Sehr hohe Festigkeit, Druckstoßfestigkeit und Spannungsaufnahme
- Das Material senkt die Treibhausgasemissionen um 62% im Vergleich zu einer Kunststoff-Stretchfolie und um 49% im Vergleich zu einer Kunststoff-Stretchfolie die zu 50% aus recyceltem Material besteht

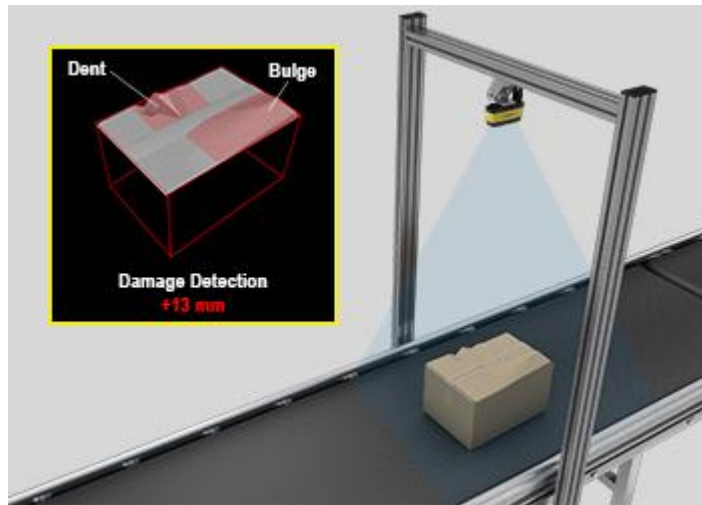


Projekt Edggy



- Nachhaltige Verpackung aus Eierschalen
- Besteht aus einer Kombination von pflanzlichen Eiweißen, Bindemittel und Wasser
- Gemisch wird in eine Form gegossen und im Ofen getrocknet → es entsteht eine dünne, fast durchsichtige Folie, die sich wie eine Plastikverpackung anfühlt und auch so verarbeitet werden kann.
- Verpackung könnte sogar mitgegessen werden –Salmonellengefahr besteht nicht, aufgrund der Wärmebehandlung
- Marktreife: derzeit unklar.

Smarte Verpackungslogistik - Ansatzpunkte



Automatisierte Defekterkennung

Verpackungslogistik



Packaging-on-demand



Cobots für Verpackung



Reuse -
Packaging



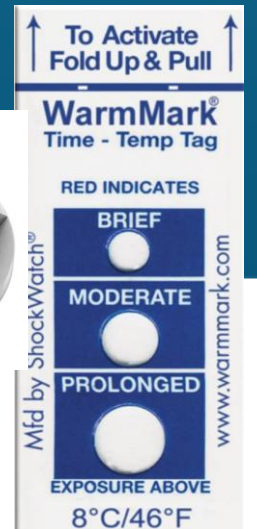
Loading ledge



Post loop

Nachhaltige Verpackungen sind auf dem Vormarsch, z.B. Packhilfsmittel, die erst vor Ort befüllt werden

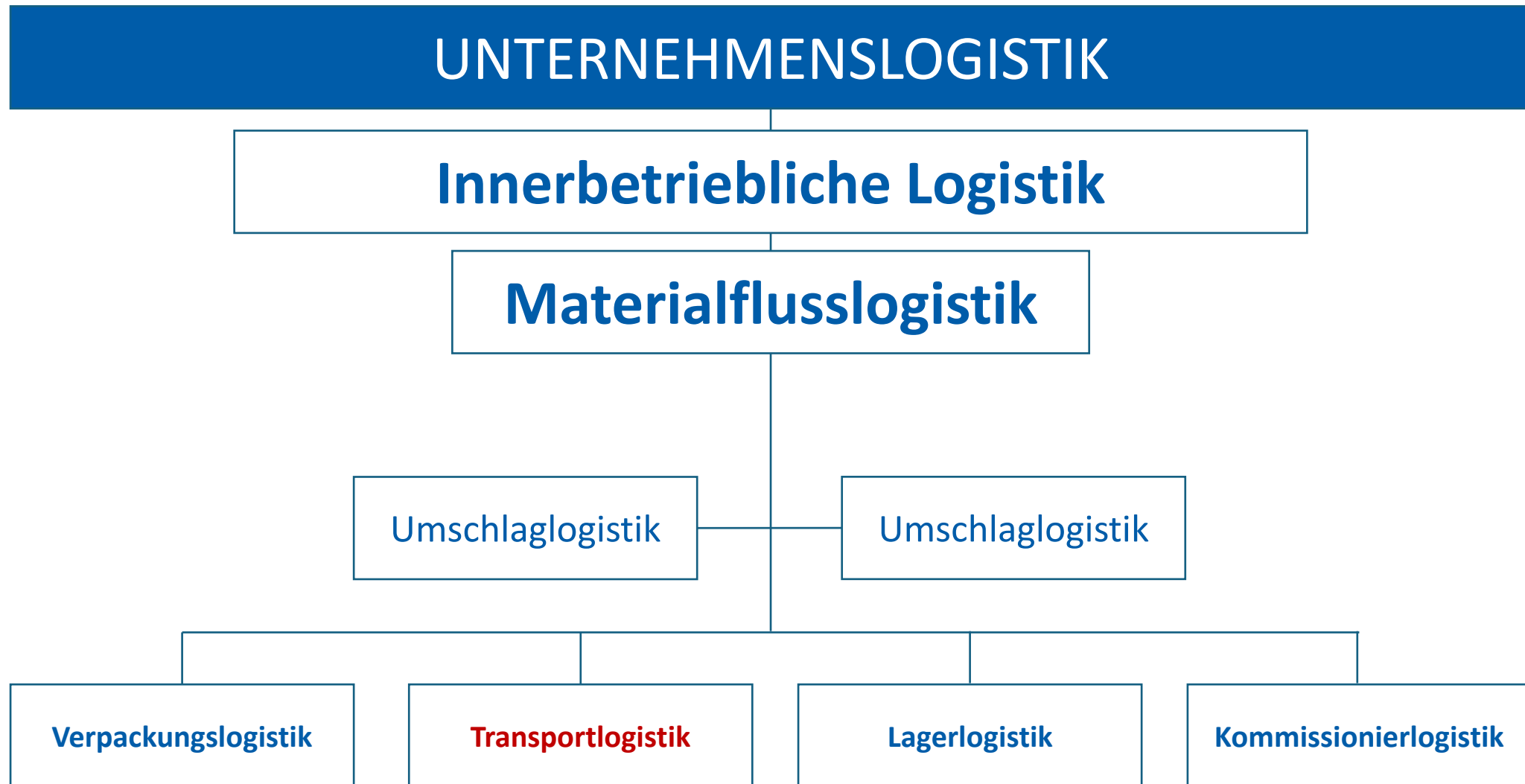
Enabler-
Technologien:
RFID
NFC
QR Codes
GPS
Bluetooth



(Temperatur-)Überwachung
an Ladeinheit

<https://www.cognex.com/industries/logistics/sortation/damage-detection>
<https://www.packsize.com/solutions/on-demand-packaging>
 Sustainable packaging: PUMA's launches new green packaging and distrib
https://www.wiredworkers.io/de/blog/5-herausforderungen-in-der-verpackungsindustrie-und-wie-cobots-eine-loesung-dafuer-sein-koennen/?srsltid=AfmBOoodUU_3Weo5T_0LzqoQzbvceEaOHSJAvfODw9RtDV8rBgXrj9az5
<https://ecodesign.vlaanderen-circulair.be/en/cases/cases-detail/optilede>
<https://www.post.at/pl/c/postloop>

Ansatzpunkte in der Intralogistik



Stapelnde Flurförderzeuge

Portalstapler



Gabelstapler mit E-Antrieb



Spreizenstapler



Kommissionierstapler



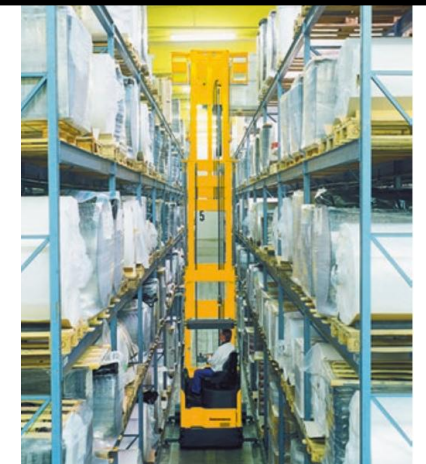
Seitenstapler



Schubmaststapler



Hochregalstapler



Mehrwegstapler mit E-Antrieb

Intralogistik heute und in Zukunft?

Starre Produktion

Getrennte Betrachtung von Produktion und Logistik

- / Konkurrierende Zielsysteme
- / Optimierung der Produktion → hohe Komplexität und Kosten in der Logistik
- / Trennung der Funktionen zur Absicherung der Transparenz
- / Unveränderbares Layout
- / Schutzzäune zwischen Mensch & Maschine
- / Starre und kostenintensive Automatisierung
- / Überdimensionierte Logistikinfrastruktur zur Bewältigung von Nachfragespitzen



Flexible Produktion

Ganzheitliches Optimum anstatt getrennter Optimierung

- / Transparenz durch Selbstauskunft der Systeme
- / Keine Trennung der Bereiche
- / Wandelbare Logistik- und Produktionsstrukturen
- / Skalierbare und flexible Automatisierung
- / Mensch-Roboter-Kollaboration
- / Flussorientierte Layoutanpassung
- / Systemanpassung an Ressourcenverfügbarkeit

Der ideale Logistikraum ist leer!

AGV*

...sind “(...) innerbetriebliche, flurgebundene Fördersysteme mit automatisch gesteuerten Fahrzeugen, deren primäre Aufgabe der Transport von Material, nicht aber von Personen ist. Sie werden innerhalb und außerhalb von Gebäuden eingesetzt und bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- ▶ Einem oder mehreren **fahrerlosen Transportfahrzeugen** (weit über 100 möglich)
- ▶ Steuereinheit (**Flottencontroller**)
- ▶ Einrichtungen zur Standortbestimmung und Positionserkennung (**Navigation**)
- ▶ Einrichtungen zur **Datenerfassung**
- ▶ Weitere Infrastruktur- und Peripheriegeräten (z.B. **Ladestation**)“

*Definition entsprechend VDI 2510



... gehören zu
sogenannten
**Service
Robotern**

Eine Auswahl europäischer Hersteller



Beispiele für industriell genutzte AGVs



Gabelhub-Fahrzeuge



Huckepack-Fahrzeuge



Schlepper



Schwerlast-Fahrzeuge



Mini-Fahrzeuge



Montage-Fahrzeuge

Navigationsmethoden

Based on guidelines

/ Active inductive

/ track embedded in the floor

/ Conductive

Advantages:

- Proven technology
- Simple control
- Cost effectiveness (low cost)

Disadvantages:

- Inflexibility for layout changes
- Limited scalability
- Susceptible to failure if track is damaged

Free navigating

/ Magnet point

/ single point

Advantages:

- No floor installation is required
- Highly flexible and scalable
- High positional accuracy
- Autonomous mobile robots (AMR): Real-time path planning, lower setup effort

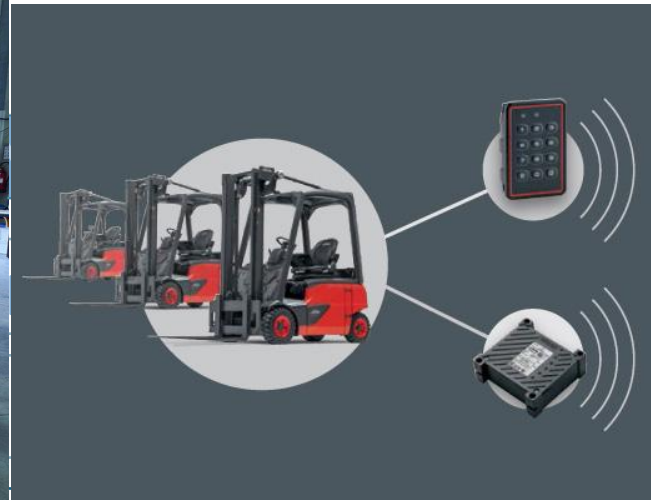
Disadvantages:

- Usage in polluted environment or outdoor is limited
- Increased effort to implement the software
- Higher costs
- AGV can get stuck
- AMR can get lost

Smarte Transportlogistik - Ansatzpunkte



Open Shuttle von KNAPP - FTS



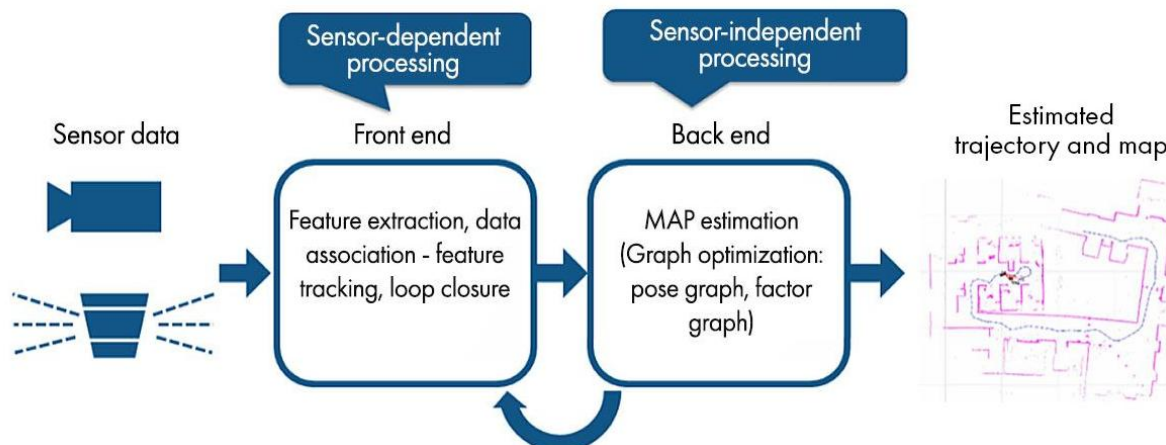
Linde Connect



Verpackungslogistik

Transportlogistik

Lagerlogistik

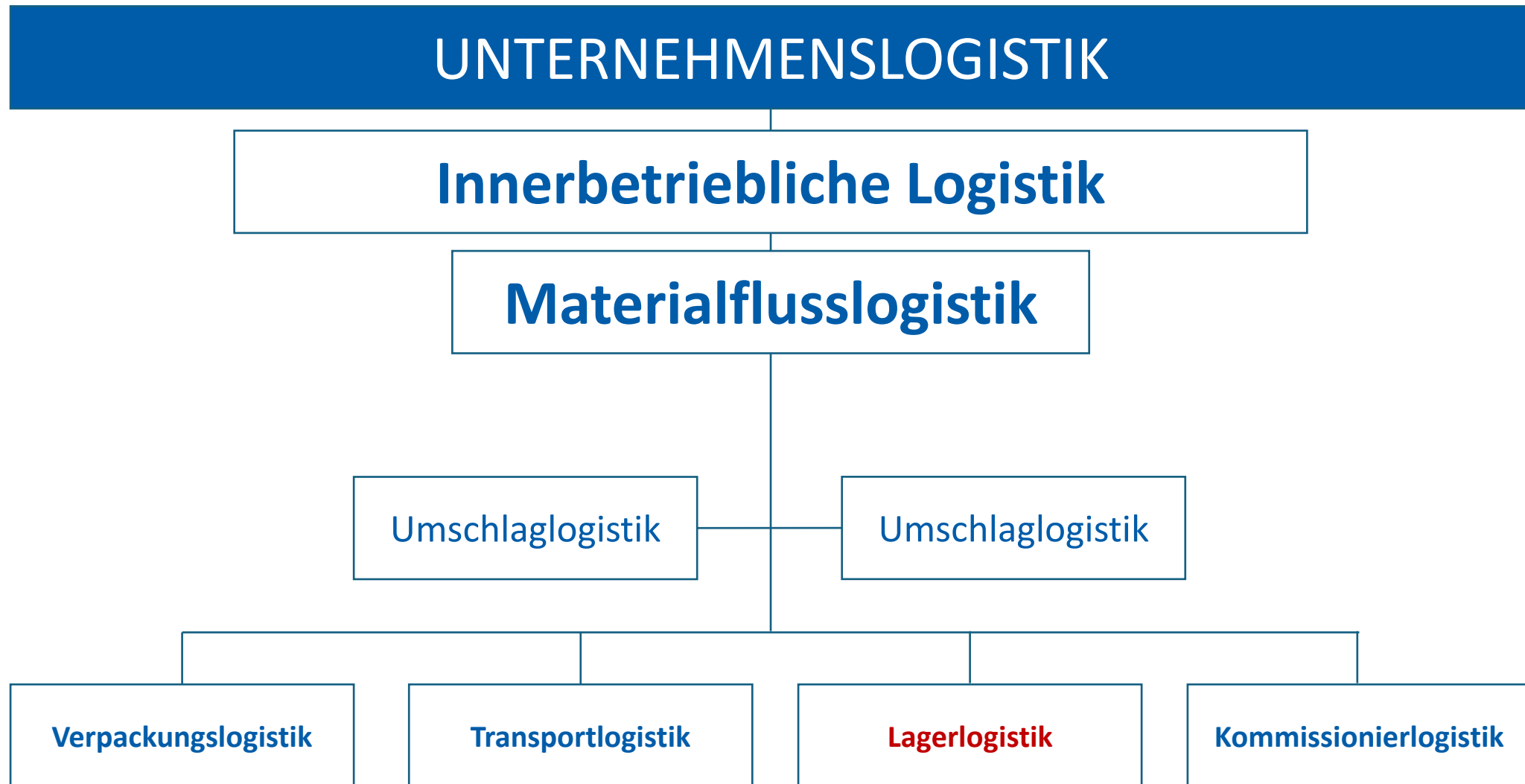


SLAM – Simultaneous localization and mapping
<https://ch.mathworks.com/de/discovery/slam.ht>

» SSI Schaefer debuts AI-enabled conveyor controls (2024): SSI Schaefer launched an AI-driven control system that adjusts conveyor speeds and directions in real time based on workload. Around 26% of European test facilities observed a 38% reduction in bottlenecks, and early adopters recorded a 33% increase in material flow consistency.

<https://www.globalgrowthinsights.com/market-reports/intralogistics-conveyor-systems-market-102711>

Ansatzpunkte in der Intralogistik



Problempunkte im Lager



- Hoher Energieverbrauch durch Kühlung/Heizung
- Viele Flächen (Wände und Dächer), dessen Potenzial schlecht genutzt ist
- schlechte Dämmung
- Technische Integration / veraltete Ladeinfrastruktur für Stapler
- hohe Sicherheitsanforderungen
- Verlust und Beschädigung der Ware
- partiell schlechte Arbeitsbedingungen
- Flächenversiegelung
- nicht nachhaltige Baustoffe



Das geeignete Regal erhöht Effizienz im Lager



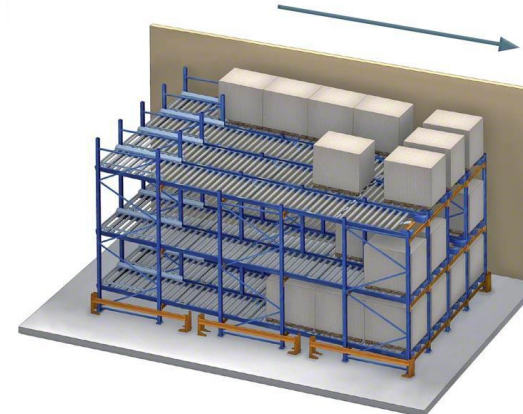
Oben: Umlaufregal / Paternoster – © Morsch
Unten: Durchrutschregal – © LBL GmbH



Oben: Verschieberegale – © SSI Schaefer
Unten: Turmregal bei VW – © VW



Oben: Einfahr-/Durchfahrregale – © MECALUX
Unten: Durchlaufregale – © MECALUX



Paletten-Umlaufregale – © Schmidt Auma

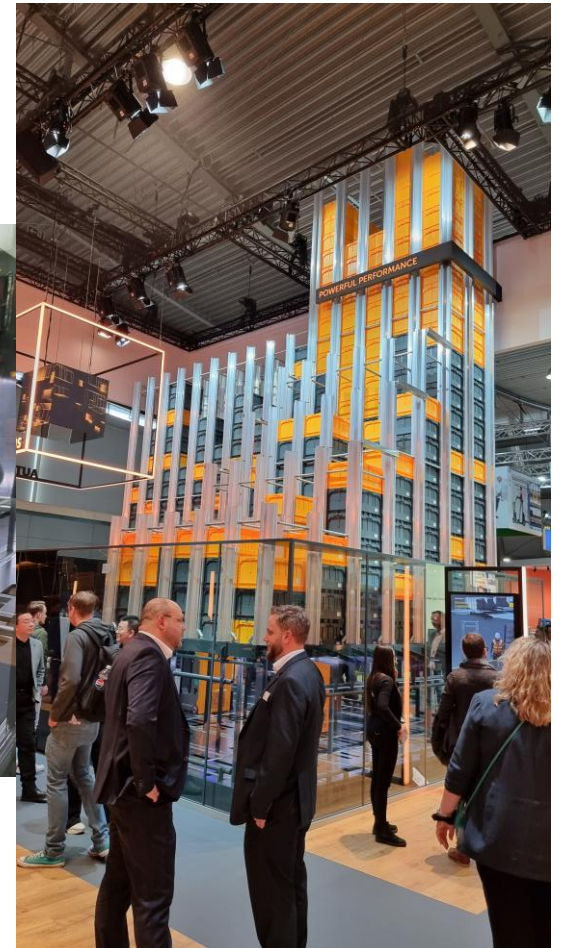
Automatische Kleinteilelager mit Robot-Shuttle

Systeme wie Autostore von
Element Logic



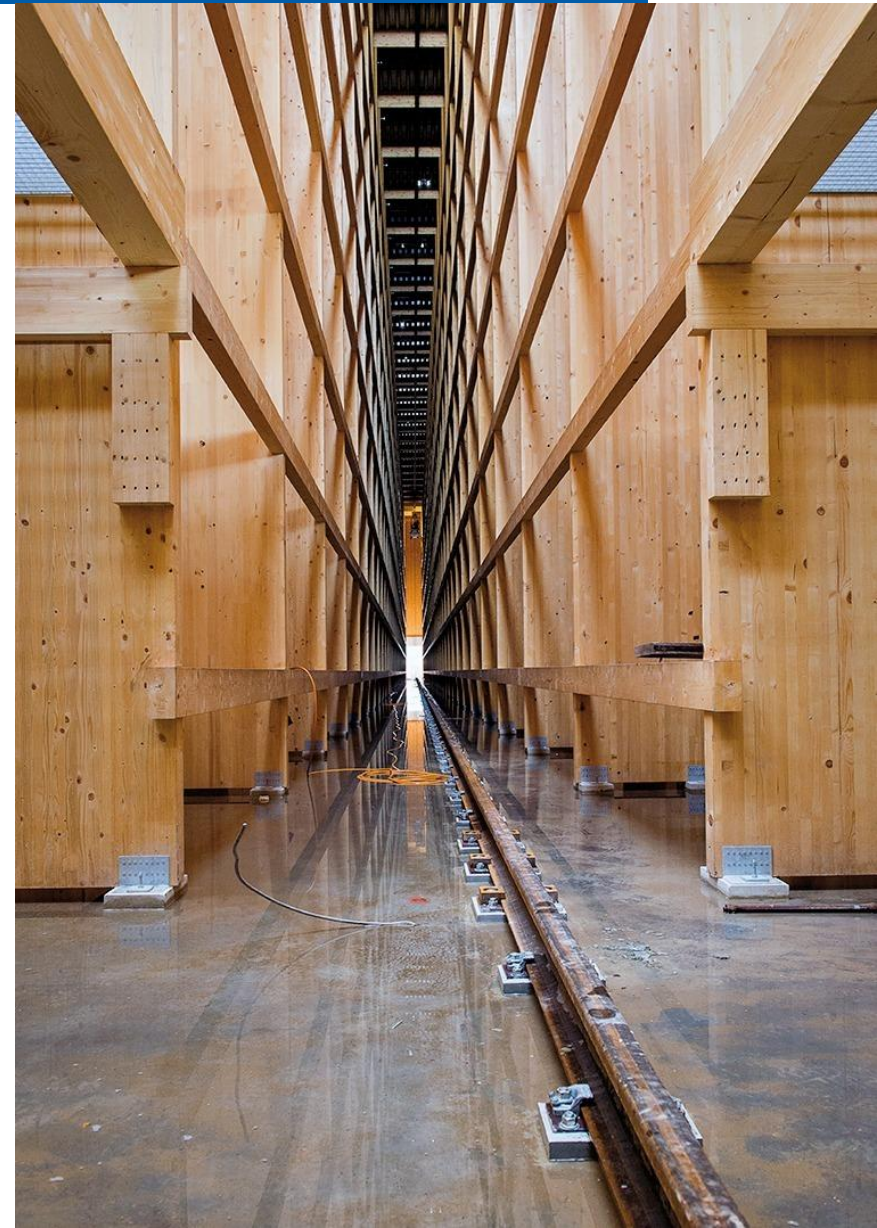
KLT-Behälter –
AutoStore
(Video
10.57.16)

Automatisiertes Behälter-
Kompaktlager „Powercube“ von
Jungheinrich



Ansatzpunkte zu mehr Nachhaltigkeit im Lager

- PV-Anlagen: möglichst gesamter Strom aus erneuerbarer Energie
- Energieeffizienz (neue Beleuchtung, Bewegungsmelder, Energieüberwachungssysteme) und Heiz- und Kühlsysteme (moderne Heiz- und Kühlsysteme, gute Dämmung, genaue Temperaturführung)
- Direkte Abwärmenutzung bei angeschlossenen Fertigungsbetrieben
- Automatisierte Lagereinrichtungen
- (Automatisierte) Flurfördergeräte mit Elektroantrieb
- Effiziente Lagerhallennutzung:
 - Hochlagerregalsysteme
 - Minimierung der Breite von Gängen
 - Flächen- und Raumnutzungsgrad optimieren
- Gebäudezertifikate durch Einhaltung bestimmter Richtlinien hinsichtlich nachhaltigen Bauens und Wirtschaftens



Best Practice Beispiel: Lager Hirter Brauerei

- Brauerei Hirt expandiert und baut ein neues Logistikzentrum um 9,4 Mio €
- Errichtet wird eine 5.200 m² Vollholzhalle, die allen modernen Standards auch bezüglich Lärmschutz entspricht.
- Am Dach wird eine 724 kWp Photovoltaikanlage installiert -> jährliche CO₂-Ausstoß um 400 Tonnen reduziert und ermöglicht eine Stromreduktion von 800.000 kWh
- Erdwärmepumpe zur Beheizung
- Warm- und Kaltbereiche für die optimalen Lagerbedingungen
- Hallenböden werden mit einer speziellen Beschichtung überzogen -> positive Auswirkungen auf die Staub- und Lärmbelästigung, Reduktion von Erschütterungen



Smarte Lagerlogistik - Ansatzpunkte

Exoskelett:
<https://www.htrius.com/bionicback>



Autostore - <https://www.swisslog.com/en-au/case-studies-and-resources/blog/warehouse-automation-and-intralogistics-trends-2025>



Lagerlogistik

Kommunikation



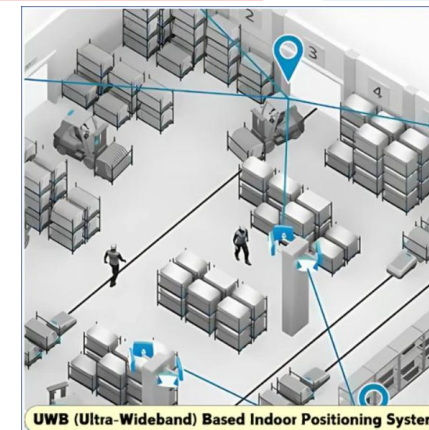
Jungheinrich Powercube

Warehouse Lighting (Sunoco)



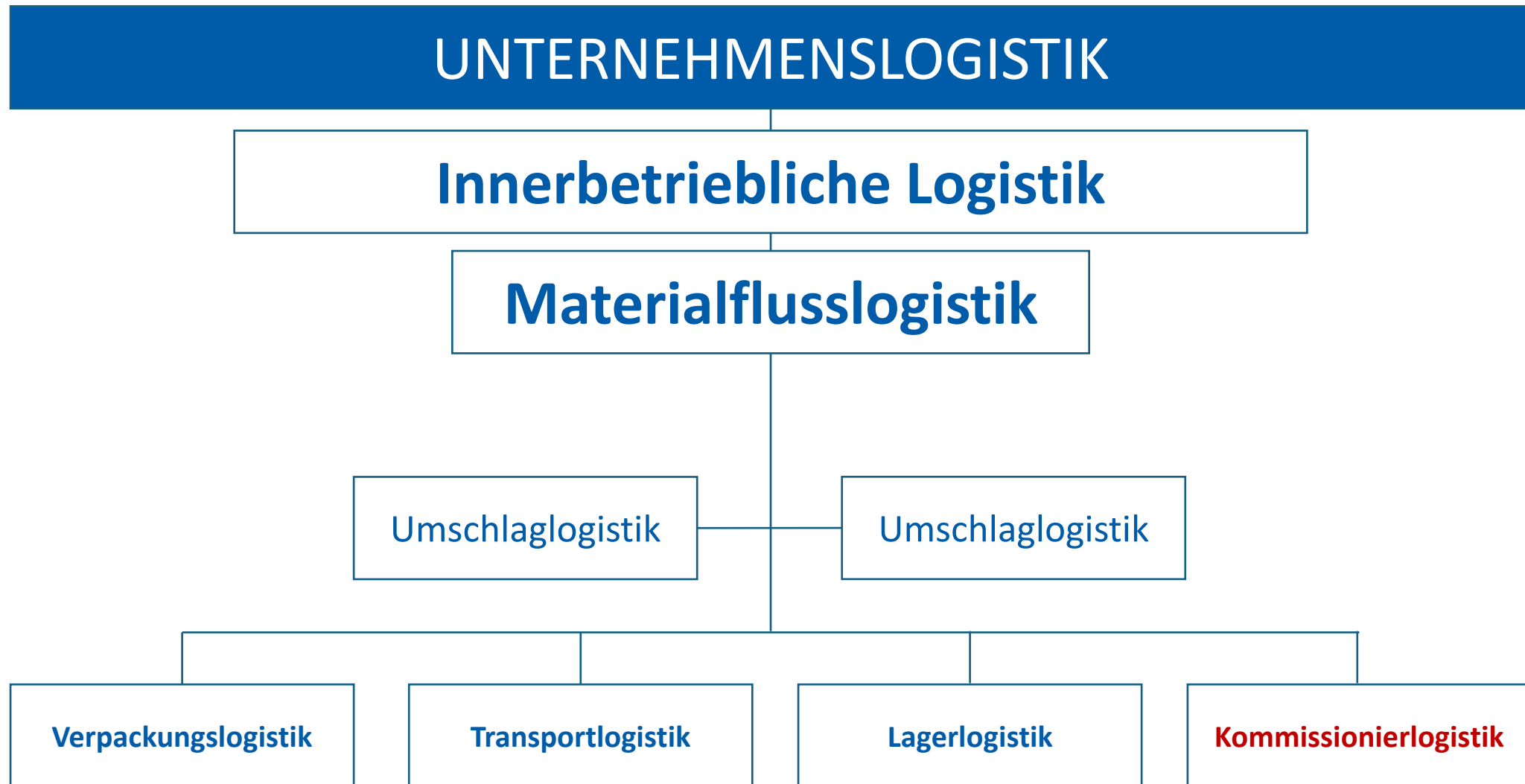
Drohnen im Lager: Inventurassistent <https://www.eyeseedrone.com/de/inventur-mit-drohnen/>

Enabler-Technologien:
IoT, Sensorik
Digital Twins
KI (z.B. Lagerplatzoptimierung)
Bluetooth und Wifi zur Indoorpositionierung
Augmented /Virtual Reality
Warehouse Management Software (WMS)



IPS Indoor Positioning Systems mit Wifi und Bluetooth [Wie Indoor-Positionierungssysteme Asset & People Tracking - Tracki revolutionieren](#)

Ansatzpunkte in der Intralogistik



Charakteristika der Kommissionierung

Wegstrategien:

- **Single-Order-Picking:** Es wird ein Auftrag bei einem Rundgang kommissioniert
- **Multi-Order-Picking:** Es werden mehrere Aufträge bei einem Rundgang gleichzeitig kommissioniert
- **Rundgangs- und Schleifenstrategie:** Alle Gänge werden von Anfang bis Ende abgegangen
- **Stichgangstrategie:** Es wird nur zu den jeweiligen Stellplätzen gegangen (Lagerplatzzuordnung und Sortimentsbildung wichtig!)

Statisch (Mann-zur-Ware) vs. Dynamisch (Ware-zu Mann)

Statisch (bei Fachbodenregal, Hochregal, Blocklager, ...): Geringe Investitionskosten, hohe Greif- und Wegzeiten

Dynamisch (bei Turmregal, AKL, Umlaufregal, ...): Abstimmung

auf das Packstück, hohe Investitionskosten, jedoch geringe

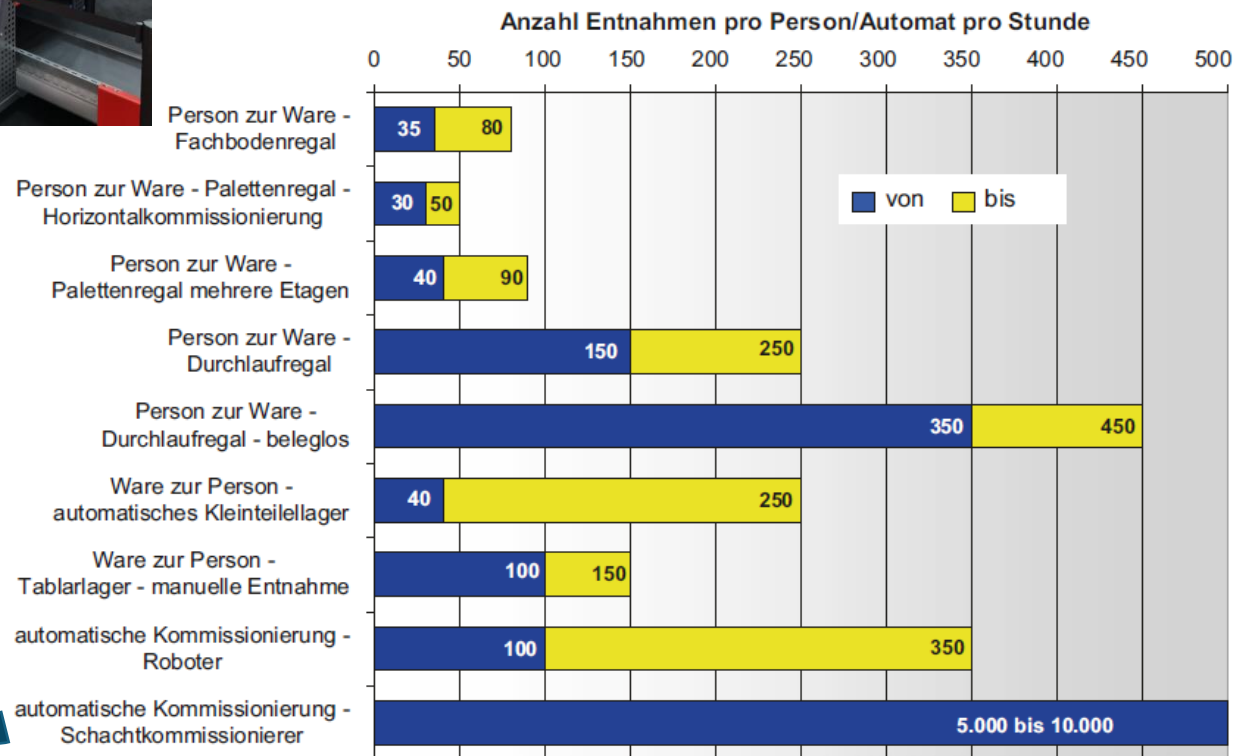
körperliche Belastung durch geringe Greif- und Wegzeiten

Beleglose Kommissionierung:

- Pick by Voice (Headset)
- Pick by Light (Signallampen)
- Pick by Vision (XR)
- Pick by Scan (Barcode, etc.)



Charakteristika der Kommissionierung



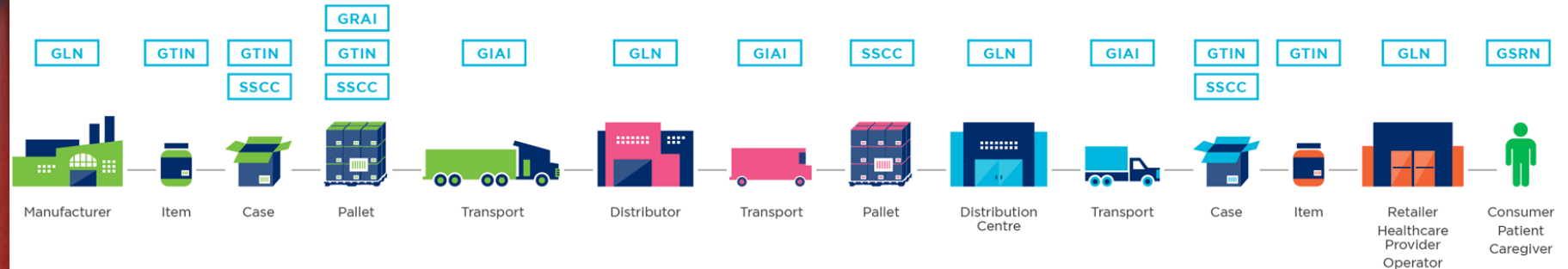
Zeit	Beschreibung	Beispiel	Zeitanteil
Rüstzeit	Vorbereitung des Auftrags	Belege annehmen und ordnen, Belege bearbeiten, positionieren, Behälter annehmen, Waren abgeben, codieren, sonstiges	5-10 %
Orientierungszeit	Vorbereitung der Entnahme	Lesen, suchen, Belege bearbeiten, positionieren, codieren sonstiges	20-30 %
Wegzeit	Zurücklegen des Wegs zum nächsten Entnahmeort;	Gehen oder fahren mit Kommissionierfahrzeug oder Lagerbediengerät	40-60 %
Greifzeit	Entnahme der Ware	Artikel heraussuchen, greifen, entnehmen, Entnahme quittieren	15-35 %

Die Konsumgüterindustrie macht es vor: GS1-Standard



Identify: GS1 Standards for Identification

GLN Global Location Number GTIN Global Trade Item Number SSCC Serial Shipping Container Code GRAI Global Returnable Asset Identifier GIAI Global Individual Asset Identifier GSRN Global Service Relation Number



Capture: GS1 Standards for Barcodes & EPC/RFID

GS1 Barcodes

EAN/UPC



GS1-128



ITF-14



GS1 DataBar



GS1 DataMatrix



GS1 QR Code

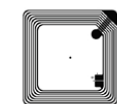


GS1 Composite Barcode



GS1 EPC/RFID

EPC HF Gen 2



EPC UHF Gen 2



Share: GS1 Standards for Data Exchange

- Weltweiter Standard für unternehmensübergreifende Prozesse
- 118 GS1-Standorte betreuen 150 Länder
- Fördert weltweiten Informationsaustausch und Zusammenarbeit



Smarte Kommissionierlogistik - Ansatzpunkte

Videos:

KNAPP
11.38.14

Kuka
10.32.11

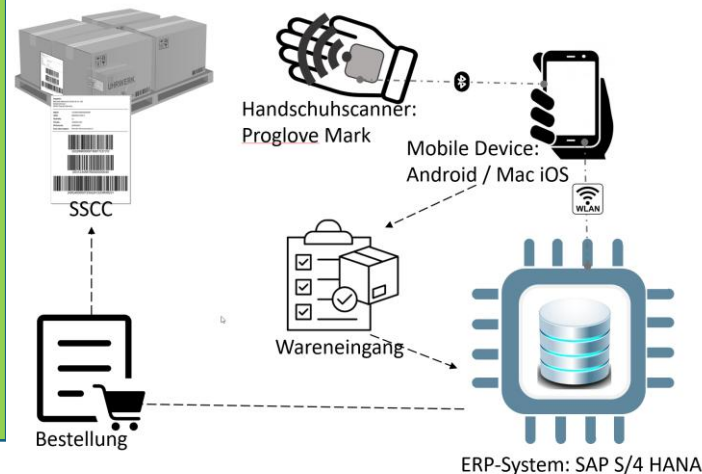
Luke von
IGZ
11.21.02



Kommissionierlogistik

Beleglose Kommissionierung:

- Pick by Voice (Headset)
- Pick by Watch
- Pick by Light (Signallampen)
- Pick by Vision (XR)
- Pick by Scan (Barcode, etc.)
- Pick by Terminal
- Pick by Projector





Transport- und Lagerlogistik der Zukunft

DIH-Süd | MCI Campus Linz | Werkzeugkiste für (Tischlerei-) Betriebe

Dr. Christian Burkart | Institut Industrial Management | Supply Chain Management Competence Center

FH JOANNEUM
Industrial Management
Industriewirtschaft

CC-BY Marco Verch