

SMART WAREHOUSE & LOGISTIK 4.0

WARUM WIR INTELLIGENTE
UND VERNETZTE LAGER
BRAUCHEN?

MAG. WOLFGANG LEITNER
PROFESSUR FÜR LOGISTIK & FERTIGUNGSWIRTSCHAFT
STUDIENBEREICH WIRTSCHAFT UND MANAGEMENT

- Mag. Wolfgang Leitner
Prof. für Logistik & Fertigungsmanagement
FH Kärnten, Wirtschaft & Management
9504 Villach, Europastraße 4
- w.leitner@fh-kaernten.at
- 050/90500/1218
- 0676/4114232



SMART WAREHOUSE & LOGISTIK 4.0

GRUNDLADEN INDUSTRIE 4.0
UND LOGISTICS 4.0

MAG. WOLFGANG LEITNER
PROFESSUR FÜR LOGISTIK & FERTIGUNGSWIRTSCHAFT
STUDIENBEREICH WIRTSCHAFT UND MANAGEMENT

AGENDA

- BEGRÜßUNG UND VORSTELLUNGSRUNDE
- EXKURSION AUTSTORE CMS-ELECTRONICS
- GRUNDLAGEN VON INDUSTRIE 4.0 und LOGISTIK 4.0
- DIGITALISIERUNG UND VERNETZUNG IN SMART UMGEBUNGEN
- DAS SMART WAREHOUSE
- BASISTECHNOLOGIEN DER INDUSTRIE 4.0 IM SMART WAREHOUSE
- E-KANBAN UND C-TEILE-MANAGEMENT IM SMART WAREHOUSE
- SPEZIELLE LAGERTECHNOLOGIEN IM SMART WAREHOUSE
- IMPLEMENTIERUNGSSTRATEGIEN

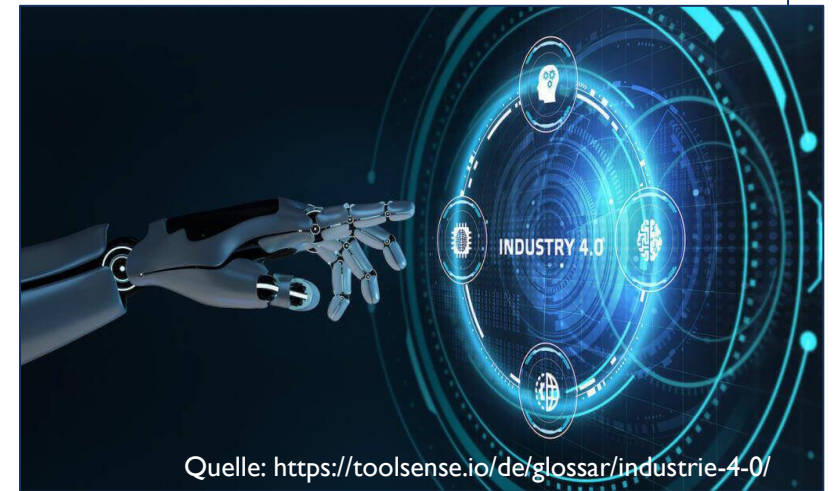


INDUSTRIE 4.0

■ **Definition:**

Der Begriff „Industrie 4.0“ wurde ursprünglich von der deutschen Bundesregierung zur Standortsicherung Deutschlands geprägt.

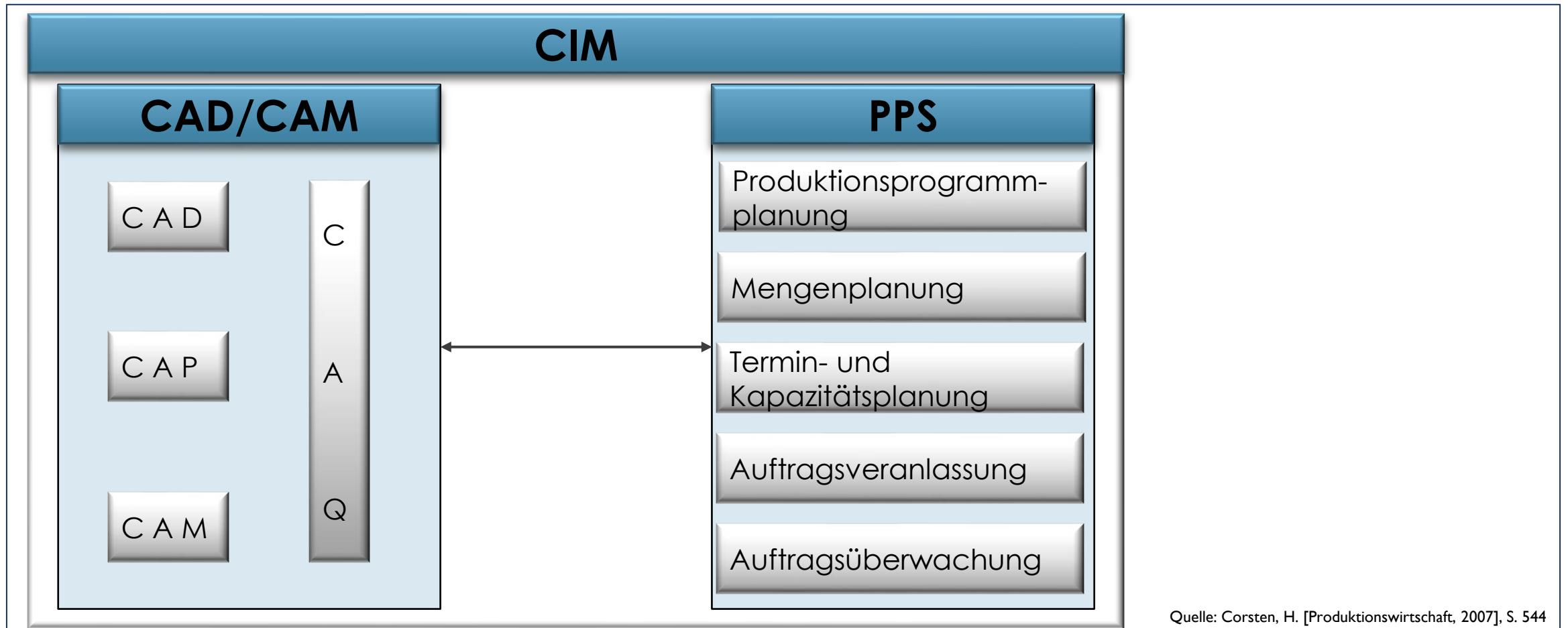
- Er beschreibt dabei im eigentlichen Sinne eine Sammlung verschiedener IT- und Technologien zur Anwendung im gesamten Geschäftsumfeld.
- Viele dieser Technologien sind nicht neu und wurden bereits in den 1980er-Jahren im Zuge des CIM-Hypes konzeptioniert. Damals scheiterte die Vision allerdings an der noch nicht ausreichend entwickelten Technologie und den damit verbundenen Kosten.



Quelle: <https://toolsense.io/de/glossar/industrie-4-0/>

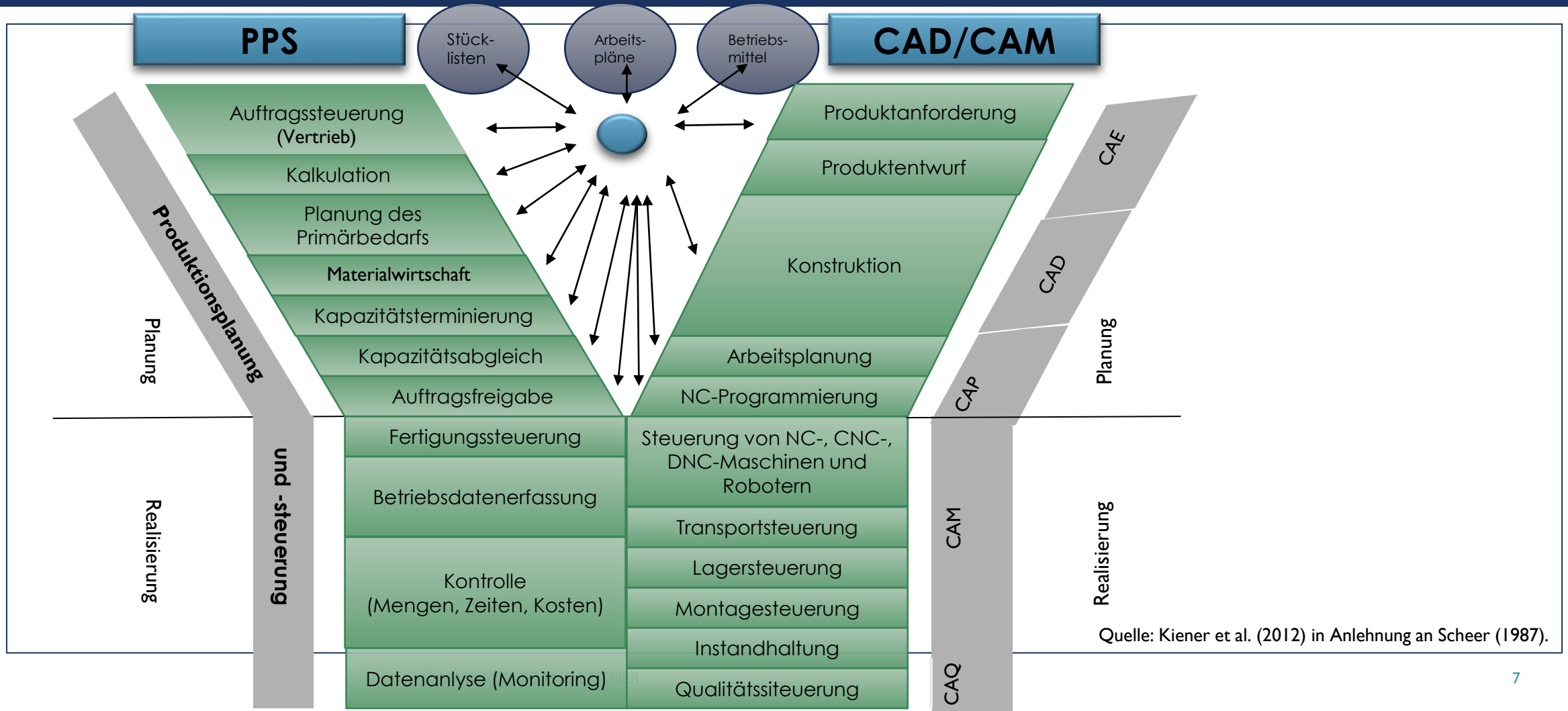
Quelle: vgl. Burger, Lang, Müller (2017): Mögliche Veränderungen von System-Architekturen im Bereich der Produktion,, in: Andelfinger/Hänisch (Hrsg.) Industrie 4.0 – Wie cyberphysische Systeme die Arbeitswert verändern?, Springer Gabler: Wiesbaden, S 57.

DAS CIM-KONZEPT



Quelle: Corsten, H. [Produktionswirtschaft, 2007], S. 544

Y-MODELL NACH SCHEER: CIM-KONZEPT INTEGRIERTE INFORMATIONSVERARBEITUNG



LOGISTIK 4.0

DEFINITION

- Unter **Logistik 4.0** wird ein Anwendungsgebiet der Industrie 4.0 verstanden. Es werden die Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Logistik einbezogen.
- Die Logistik 4.0 stellt die **Vernetzung und Integration von Prozessen, Objekten, Lieferanten, Händlern, Herstellern und Kunden** dar und wird als ein Wegbereiter der Industrie 4.0 gesehen, denn ohne die notwendige Digitalisierung im Bereich der Logistik ist auch eine fortlaufende Digitalisierung der übrigen Unternehmensbereiche nicht sinnvoll bzw. teilweise auch nicht möglich.
- Grundlage der Logistik 4.0 sind Prozesse und Objekte, die sich selbst steuern und organisieren.
- Zur **Lokalisierung** können z.B. **GPS-Signale** verwendet werden,
- zur **Identifikation Barcodes, RFID und Sensoren**,
- **Datenaustausch über cloudbasierte Lösungen** verwirklicht werden kann.

Quelle: in Anlehnung an: Logistik 4.0 in den verschiedensten Bereichen, online: <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung/logistik-4.0/>

LOGISTIK 4.0

ZIELE UND ANWENDUNGEN

■ **Ziel der Logistik 4.0**

ist auf Grundlage der bestehenden Daten eine kognitive Logistik zu entwickeln, die lernfähig ist, untereinander kommuniziert und dazu in der Lage ist selbstständig Entscheidungen zu treffen,

Quelle: in Anlehnung an: Logistik 4.0 in den verschiedensten Bereichen, online: <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung/logistik-4.0/>

■ **Vernetzung**

schafft mehr Transparenz zwischen Unternehmen und Zulieferern, wodurch die Performance der gesamten Supply Chain verbessert werden kann. Dezentralisierung.

Quelle: in Anlehnung an: Logistik 4.0 in den verschiedensten Bereichen, online: <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung/logistik-4.0/>

■ **Echtzeitfähigkeit**

Heute angewandte Echtzeitsysteme zeichnen sich durch einen hohen, manuellen Konfigurationsaufwand aus. Künftig sollen automatische Konfigurationstechnologien Basis für adaptive Echtzeitsysteme und wandlungsfähige Produktionssysteme sein (Plug and Work).

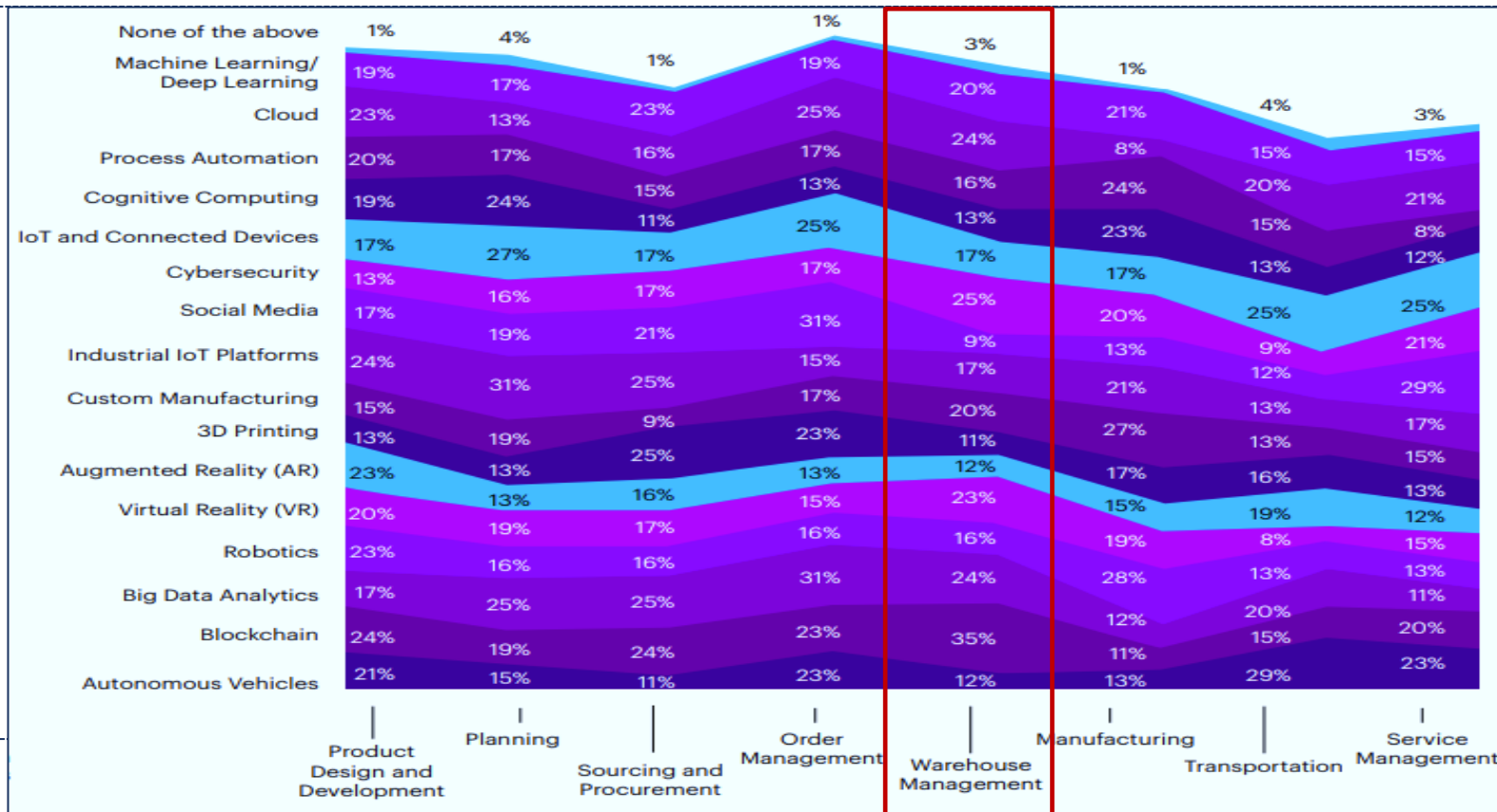
Quelle: in Anlehnung an Schriegel/Jasperneute/Niggeman: Plug and Work für verteilte Echtzeitsysteme mit Zeitsynchronisation, in: Halang/Unger (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0 und Echtzeit, S. 11.

■ **Serviceorientierung**

Das logistische Netzwerk und seine Knoten müssen sich kontinuierlich den Gegebenheiten anpassen. Daher sollten logistische Knoten in Zukunft umzugsfähig sein. Dies verbietet viele Formen klassischer, technischer Infrastruktur.

Quelle: ten Hompel/Henke (2014): Logistik 4.0, in: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, S. 615.

INDUSTRY 4.0: DIGITALE TECHNOLOGIEN FÜR VERSCHIEDENE SUPPLY CHAIN-FUNKTIONEN



Quelle: accenture: Driving your own disruption, online:
<file:///C:/Users/wolfg/Downloads/Accenture-consumer-goods-supply-chain-new-IT.pdf>
 [2023-02-17]

LOGISTIK 4.0

EINSATZGEBIETE

Lagerlogistik

Intelligente Regale, Fachanzeigen, Datenbrillen (Pick-by-Vision), mobile Roboter, optimierte Fahrwege ...

Transportlogistik

Intelligente LKW, Container, Paletten, ...

Beschaffungslogistik

Bestandsmessung über Sensorik, automatische Wiederbeschaffung, ...

Produktionslogistik

Smart Factory, kundenindividuelle Produktion, , ...

Distributionslogistik

Optimierung der Beladung, Routenplanung, ...

Informationslogistik

Papierlos, digital, Echtzeit, Datenanalysen, Ressourcenschonung, ...

Quelle: in Anlehnung an: Logistik 4.0 in den verschiedensten Bereichen, online:
<https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung/logistik-4.0/>

LOGISTIK 4.0

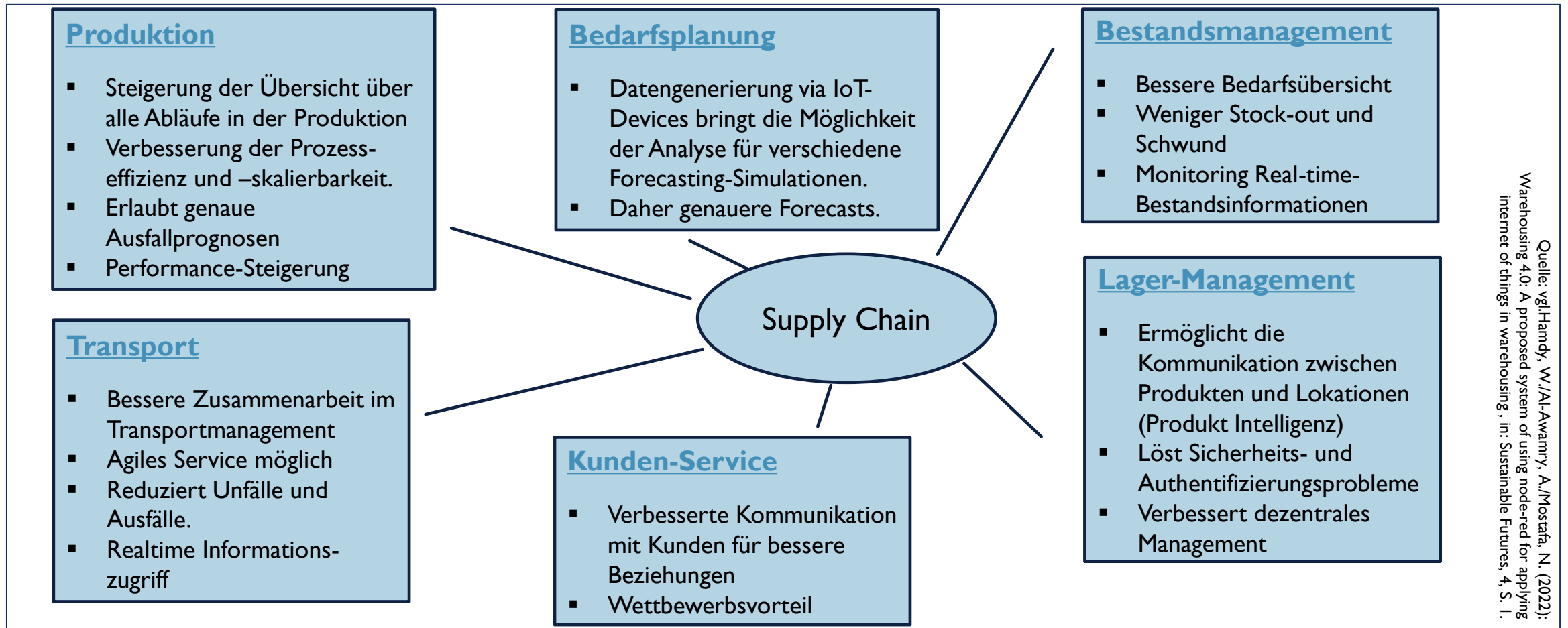
INFORMATIONSAUSTAUSCH IN DER SUPPLY CHAIN - VORTEILE



Quelle: Hamdy, W. et.al. (2022): Warehousing 4.0: A proposed system of using node-red for applying internet of things in warehousing, in: sustainable futures (4), 2022, S. 2.

EINSATZ VON IOT-FUNKTIONEN IN DER SUPPLY CHAIN

VORTEILE



Quelle: vgl.Hamdy, W./Al-Awamry, A./Mostafa, N. (2022):
Warehousing 4.0: A proposed system of using node-red for applying
Internet of things in warehousing, in: Sustainable Futures, 4, S. 1.

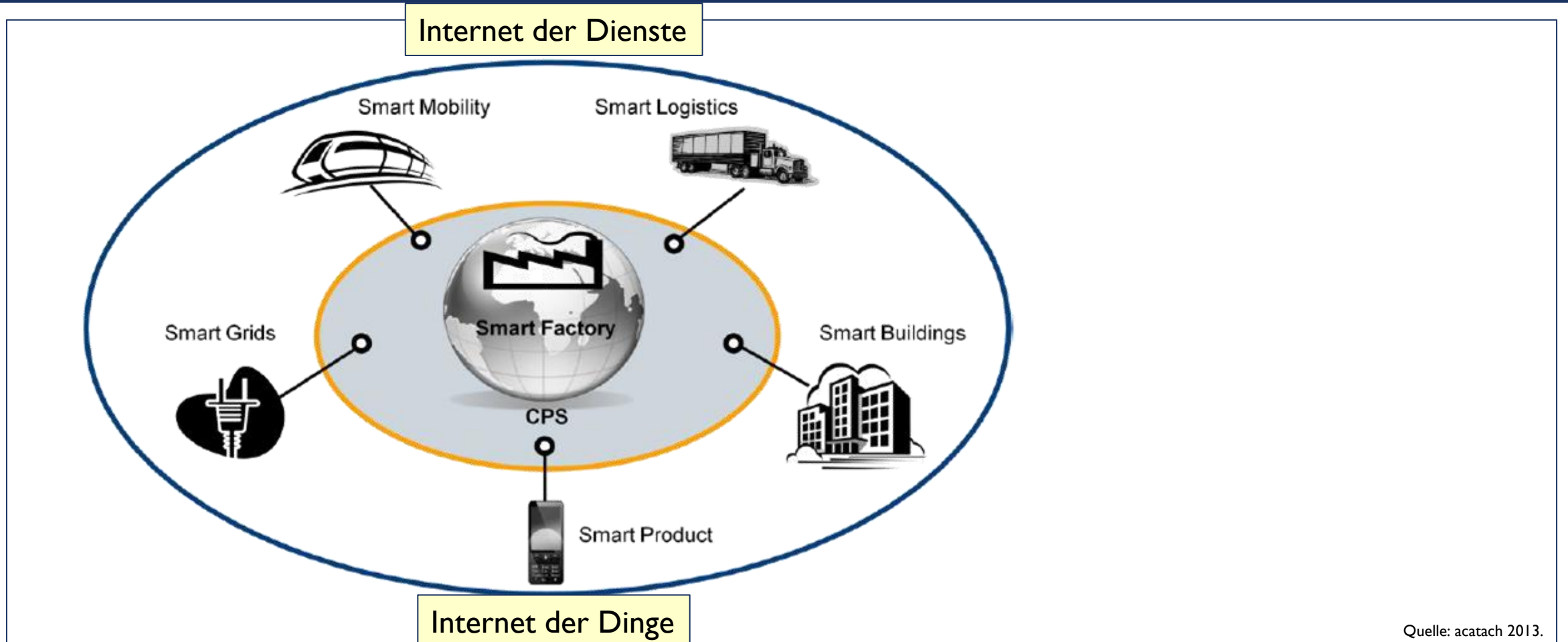


SMART WAREHOUSE & LOGISTIK 4.0

DIGITALISIERUNG &
VERNETZUNG

MAG. WOLFGANG LEITNER
PROFESSUR FÜR LOGISTIK & FERTIGUNGSWIRTSCHAFT
STUDIENBEREICH WIRTSCHAFT UND MANAGEMENT

DAS INTERNET DER DINGE UND DIENSTE

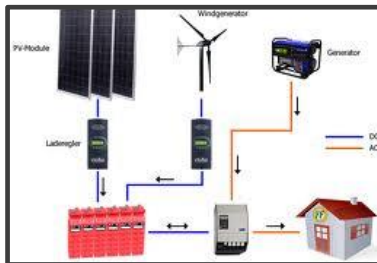


Quelle: acatach 2013.

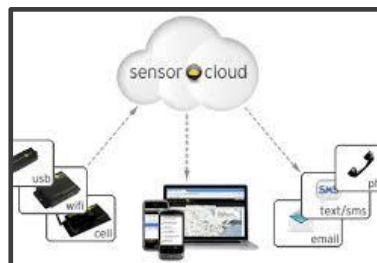
DIE BILDUNG VON WERTSCHÖPFUNGS- NETZWERKEN



Steigerung der Leistungsfähigkeit von eingebetteten Systemen (*embedded Systems*)



Trend zur Entstehung von *autonomen Systemen*
(umfassende Daten über ihre Umwelt)



Sensorcloud ermöglicht IP-basierte drahtlose Vernetzung und Integration technischer Prozesse und Geschäftsprozesse

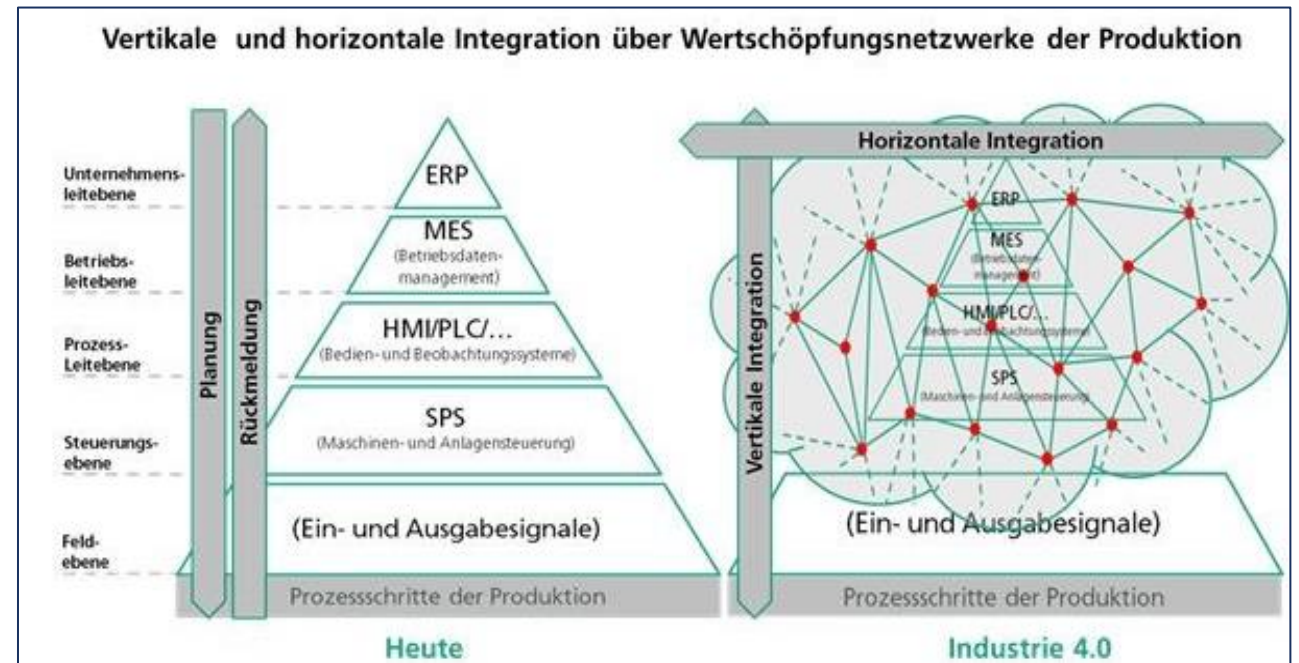
CYBER-PHYSISCHE SYSTEME ALS BASIS DER VERNETZTEN WERTSCHÖPFUNG

- Ermöglicht intelligente Vernetzung aller Akteure ...
- Kombination neuartiger Technologien mit den Elementarfaktoren und deren Vernetzung zu CPS erlaubt wesentliche Fortschritte beim dispositiven Faktor mit Entscheidungsbefugnis,
- In der horizontalen und vertikalen Vernetzung
- Einsatz von Assistenzsystemen und die
- Dezentralisierung der Steuerung.
- Echtzeitabbildung der Fertigung mit intelligenten Monitoring- und Entscheidungsprozessen
 - ➔ Smart Factory
 - ➔ Smart Warehousing
 - ➔ Smart Logistics

Quelle: Obermaier, R. (Hrsg.) (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, S. 15f.

INTERNET DER DINGE UND DIENSTE INTEGRATION UND DIGITALES ENGINEERING

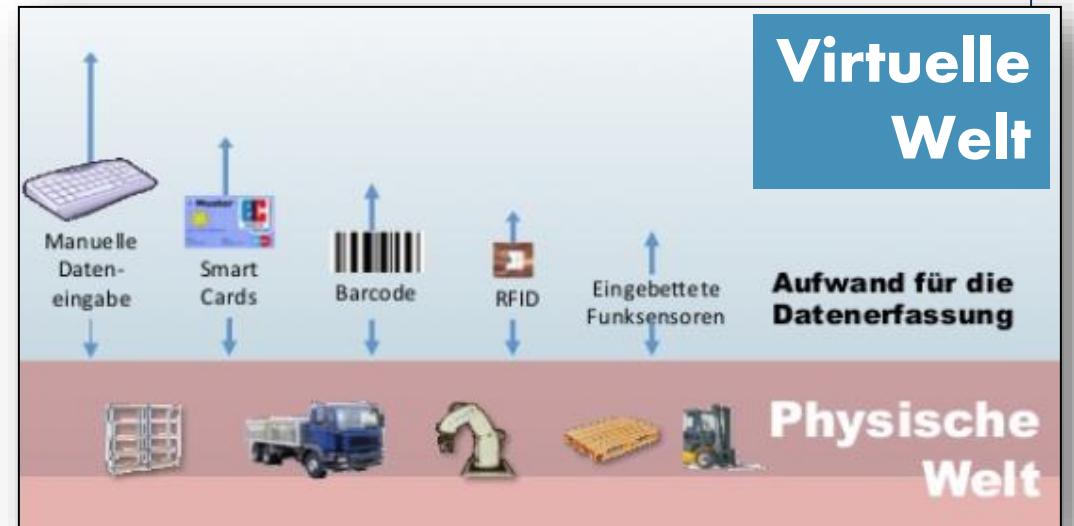
- Vertikale Vernetzung eingebetteter Systeme mit betriebswirtschaftlichen Prozessen innerhalb von Unternehmen.
- Horizontale Vernetzung zu steuerbaren Wertschöpfungsnetzwerken.
- Durchgängiges digitales Engineering über den Lebenszyklus.



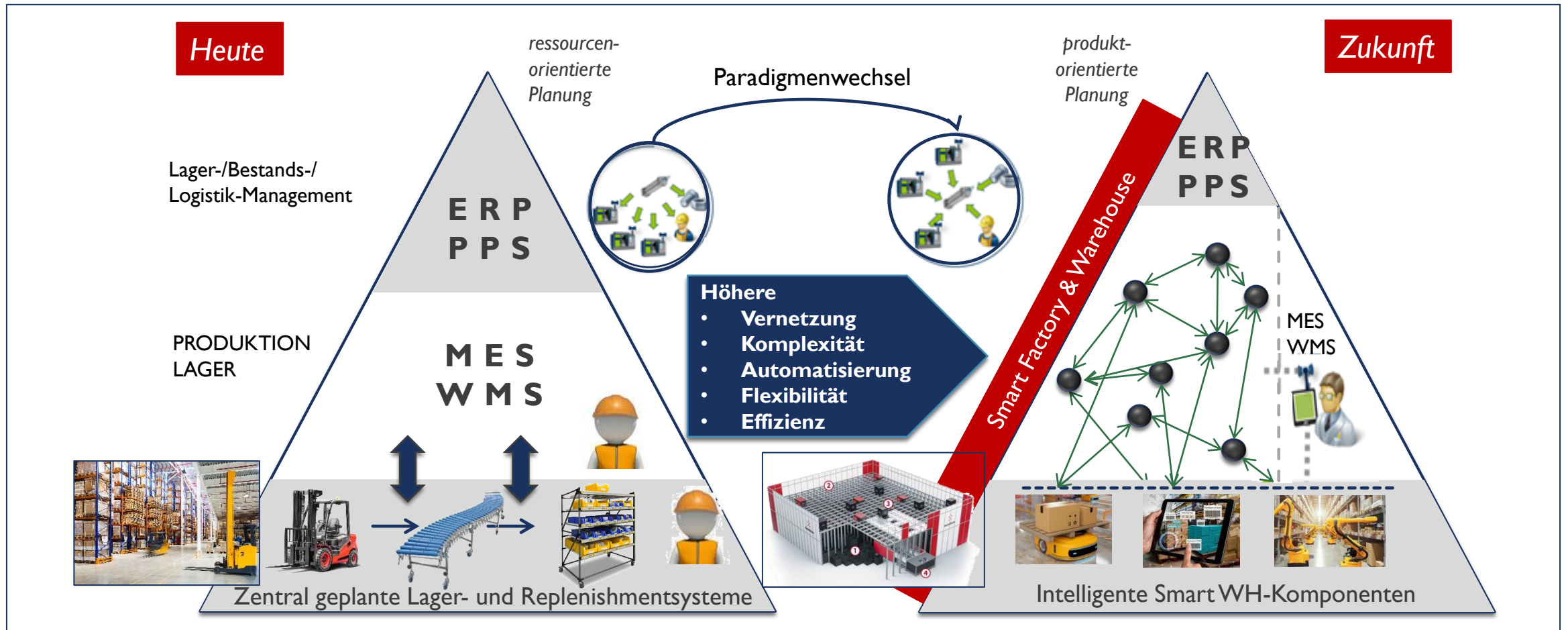
Quelle: in Anlehnung an VDI/VDE Gesellschaft, 2013.

DIGITAL TWINS & CYBER-PHYSICAL SYSTEME

- Objekte werden durch Programmierbarkeit, Speichervermögen, Sensoren und Kommunikationsfähigkeiten intelligent.
- **M2M-Kommunikation** ermöglicht eigenständigen Informationsaustausch.
- Ziele:
Verbesserung der Durchführung industrieller Prozesse in
 - Produktion und Engineering für die Industrie
 - Bestands- und Supply Chain Management
 - Lebenszyklusmanagement.
- CPS für Smart Factories:
Cyber-Physical Production Systems (CPPS)



ENTWICKLUNG ZU CYBER-PHYSISCHEN (PRODUKTIONS-/LAGER-/LOGISTIK-)SYSTEMEN ...



CONTROL

19.55%

85.00%

16.21%

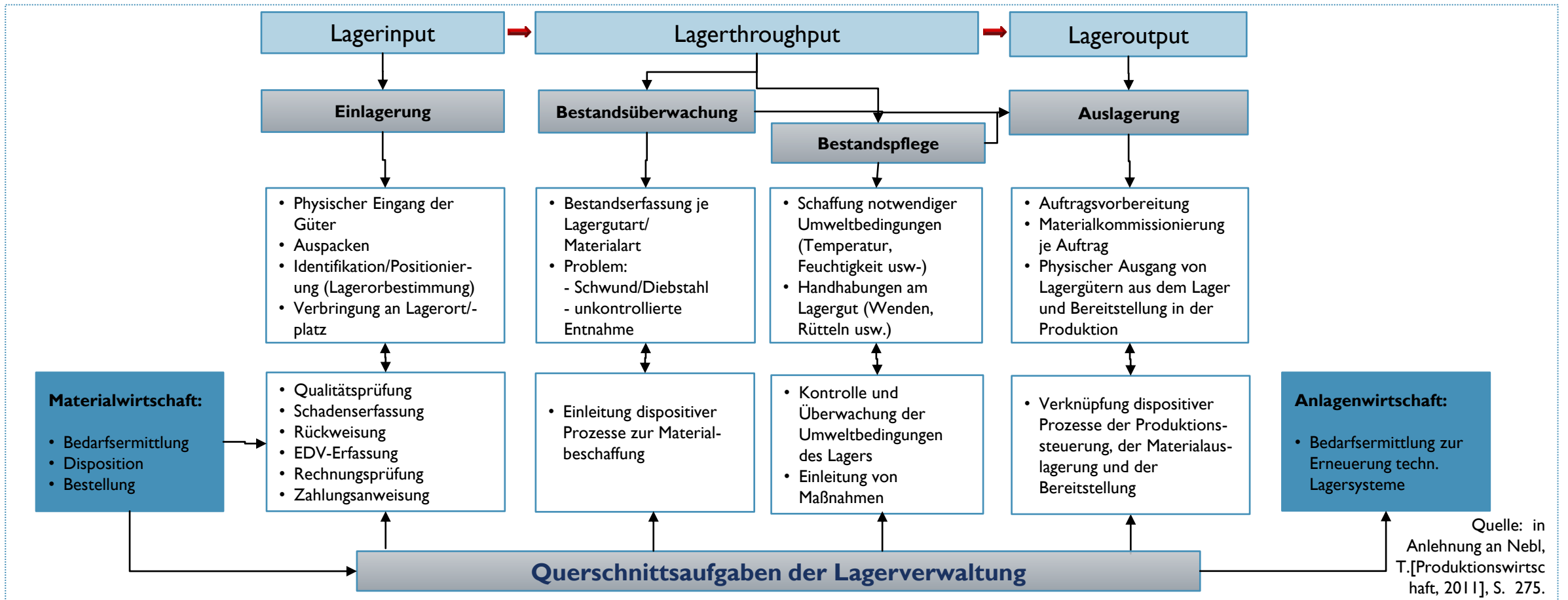


SMART WAREHOUSE

VOR- UND NACHTEILE VON
SMART LAGER-LÖSUNGEN

MAG. WOLFGANG LEITNER
PROFESSUR FÜR LOGISTIK & FERTIGUNGSWIRTSCHAFT
STUDIENBEREICH WIRTSCHAFT UND MANAGEMENT

LAGERAUFGABEN



LAGERFUNKTIONEN

Ausgleichsfunktion

- Ausgleich von Schwankungen im Beschaffungs-, Leistungs- und Absatzprozess
- Mengenmäßige Anpassung (Pufferfunktion)

Überbrückungs- funktion

- Einlagerung von Material vor dem eigentlichen Bedarf (Kunde bzw. Produktion)
- Zeitliche Anpassung

Bereitstellungs- funktion

- Bereitstellung zum vorgesehenen Zeitpunkt im Rahmen der Bearbeitungsreihenfolge

Sicherungs- funktion

- Gewährleistung der jederzeitigen Materialverfügbarkeit für einen reibungslosen Produktionsablauf
- Bildung von Reserven

Spekulations- funktion

- Einkauf und Einlagerung von Waren aus Preisgründen
- unabhängig vom Bedarf selbst

Veredlungsfunktion

- Lagerung zur Realisierung natürlicher Prozesse (Trocknen von Holz, Reifen Wein/Käse)
- Während der Lagerung findet eine Wertschöpfung statt

Aussortierungs- funktion

- Einlagerung von Waren, die nicht mehr benötigt werden,
- in anderen Mengen oder Qualitäten benötigt werden.

Kostensenkungs- funktion

- Nutzung von Economies of Scale aufgrund der großen Stückzahlen
- Ziel: Preisnachlässe

Quelle: <https://refa.de/service/refaexikon/lagerhaltung#:~:text=Dabei%20unterscheiden%20die%20Lagerlogistik%20folgende,zwischen%20Beschaffungs%2D%20und%20Produktionsmengen%20bzw.>

GRÜNDE FÜR INTELLIGENTE LAGERLÖSUNGEN

- *"The trick to warehousing is eliminating human touches".*
- *"Every time a human touches a pallet or a case, an expense occurs. Technology thus should be used to reduce the number of touches, and steps within the warehouse process."*



Quelle: Tony Vercillo, Ph.D., IFM., in: CiiT International Journal of Automation and Autonomous System, Vol 11, No 1, S. 11.

MOTIVATION FÜR DIE DIGITALISIERUNG IM LAGER

- In der Vergangenheit und vor dem Aufkommen neuer Technologien berücksichtigten Organisationen die grundlegenden Elemente der Lagerhaltung, bevor sie den Aktivitäten dann das Budget zuwiesen:
 - Platzbedarf für das Lager
 - Lagerlayout,
 - Art der Materialhandhabungsgeräte
 - Anzahl der Mitarbeiter
 - Kauf oder die Miete.
- Nach dem Aufkommen neuer Technologien haben viele Organisationen ihre Strategie geändert und sich Gedanken über den Einsatz neuer Technologien gemacht, um die Lageraktivitäten zu beschleunigen und Effizienzsteigerungen zu erzielen, um Kosten und Arbeitsaufwand zu reduzieren.
- Für die Lagerverwaltung steht heute eine breite Palette von Technologien zur Verfügung, um die Abläufe zu rationalisieren, und ein automatisiertes, digitales, intelligentes Lager ist eine ideale Wahl, um diese Ziele zu erreichen.



Quelle: Kamali, A. (2019): Smart Warehouse vs. Traditional Warehouse, in: CiiT International Journal of Automation und Autonomous System, Vol. 11, S. 9-16.

INTELLIGENTE LAGER – SMART WAREHOUSING

- Es ist klar, dass sich, aufgrund der technologischen Entwicklungen, die Möglichkeiten der Bestandshaltung und Lagerhaltung massiv verändern werden.
- In intelligenten Lagern werden dementsprechend ein Mix verschiedener Technologien eingesetzt, darunter
 - Robotersysteme
 - Enterprise Asset Management (EAM), digitale Zwillinge - explodierte 3-D-Darstellungen von Objekten und ihren Komponenten wie Sensoren,
 - RFID-Etiketten (Radio Frequency Identification),
 - intelligente Lieferketten und KI, die es Unternehmen ermöglichen, einen beispiellosen Einblick in den Lebenszyklus von Produkten, Komponenten und sogar Materialien zu gewinnen.

Quelle: Kamali, A. (2019): Smart Warehouse vs. Traditional Warehouse – Review, in: CiiT International Journal of Automation and Autonomous System, Vol 11, No 1, S. 12.

NACHTEILE INTELLIGENTER LAGERLÖSUNGEN

- Hohe Initialkosten halten Unternehmen davon ab, in intelligente Lager zu investieren.
- Lagerkonzepte und -prozesse erfordern neue Maschinen und Systeme, die nicht leicht zu beschaffen sind.
- Für die Einführung und Wartung der Systeme sind neue Fähigkeiten und Fachkenntnisse erforderlich. Daher müssen bestehende oder potenzielle Mitarbeiter auf neuen Prozesse geschult werden. Manchmal braucht es dazu andere, technische Fähigkeiten.
- Aus wirtschaftlicher Sicht erfordern die hohen Kapitalkosten oft mehrere Jahre, um eine finanzielle Amortisation oder minimale Kapitalrendite zu erwirtschaften.
- Ausfälle können sehr kostspielig sein, was die Reparaturkosten und Ausfallzeiten betrifft, weshalb die Unternehmen zur Ersatzteilhaltung und langfristigen Abhängigkeit von bestimmten Hardware- und Softwareanbietern gezwungen sind.
- Bei einem hochautomatisierten und ausgeklügelten System im Lager, könnte ein Softwarefehler den gesamten Betrieb zum Stillstand bringen.
- Sicherheitsthemen sind deshalb überaus wichtig.

Vgl. :Kamali, A. (2019): Smart Warehouse vs. Traditional Warehouse – Review, in: CiiT International Journal of Automation and Autonomous System, Vol 11, No 1, S. 14.

CHANCEN

- Schaffung von Wettbewerbsvorteilen
- Kosten- & Zeitersparnis
- Fehlerminimierung
- Sicherstellung der Datenqualität
- Bessere Verhandlungsspielräume
- Erschließen neuer Arbeitsmärkte
- Beschaffung Ressourcen (weltweit)
- Optimierung von Prozessen
- Echtzeitfähigkeit
- Transparenz
- Nachhaltigkeit
- Steigerung der **Effizienz** & (Die Dinge richtig tun)
Effektivität (Die richtigen Dinge tun)



Zufriedenheit von Stakeholder & Kunden erhöhen

RISIKEN

- Investitionskosten
- Datenschutz (Mitarbeiter-bzw. Unternehmensdaten)
- Cyberkriminalität
- Veränderung der Arbeitsplätze



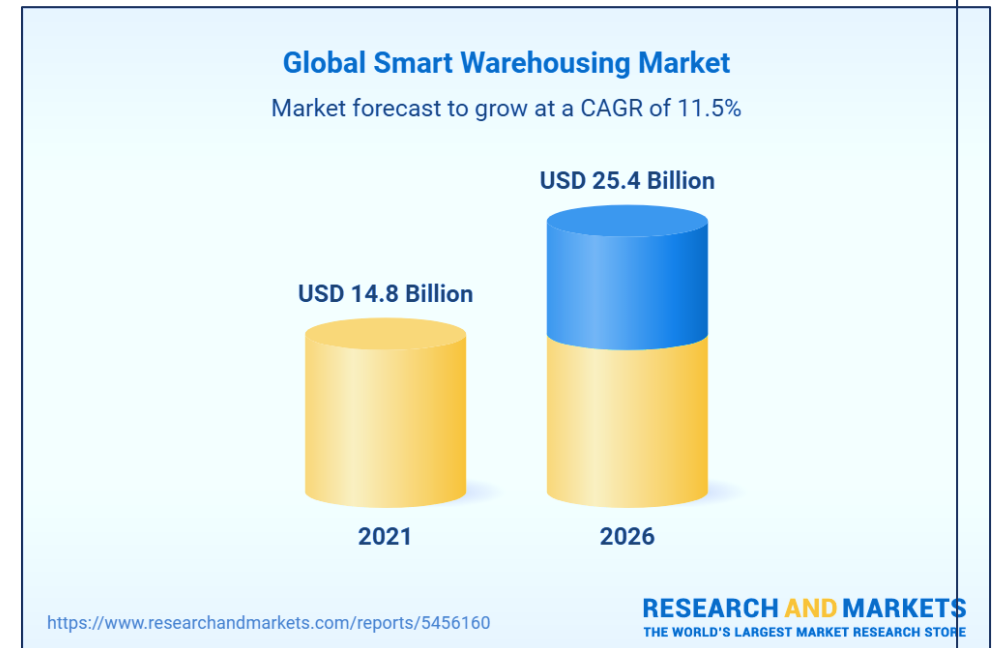
Neue Fähigkeiten:

- Erkennen von Wachstumsmöglichkeiten & Realisieren von Logistikstrategien
- Erkennen & Bewerten des Potenzials neuer Technologien
- Realisieren von Kooperationen entlang der Lieferkette
- Verbesserung der internen Zusammenarbeit von Entwicklung/Marketing/Vertrieb/Personalwesen/IT
- Einsetzen von Führungsfähigkeiten (Fehler vermeiden, MA motivieren, internat. Teams führen)

DER GLOBALE MARKT FÜR INTELLIGENTE LAGERLÖSUNGEN

■ Regionale Verteilung:

- Asia-Pacific: 30%
- Europa: 30%
- Nord Amerika: 25%
- Middle East Africa: 10%
- Süd Amerika: 5%



Quelle: research and markets, online: https://www.researchandmarkets.com/reports/5456160/global-smart-warehousing-market-by-component?clid=Cj0KCCQiA6LyfBhC3ARIsAG4gkF9v9odEjVODqZQHfjMZV8xxwnHse5rCIZPHwBw92pe4VYADoSLe_A8aAm8PEALw_wcB

INTELLIGENTES LAGER ALS LÖSUNG FÜR ALLE ANWENDUNGEN?

- Trotz all ihrer Vorteile ist es unwahrscheinlich, dass intelligente Lager jemals herkömmliche Einrichtungen vollständig ersetzen werden.
- Die Akzeptanz wird von vielen Faktoren abhängen, vor allem von der Abwägung zwischen Investitionskosten und Amortisation, und die Faktoren, die die Akzeptanz beeinflussen, werden von Markt zu Markt unterschiedlich sein.
- In Niedriglohnländern zum Beispiel sind die niedrigen Arbeitskosten ein Hindernis für die Verbreitung intelligenter Lager. Das bedeutet, dass die Wertschöpfung geringer ist, weil die Kosten für den Betrieb traditioneller Lager geringer sind.
- In den Hochlohnländern (USA und Europa) wo die Kosten höher sind, ist der Bedarf dringender. Ein Hindernis sind jedoch die Anfangskosten für die Entwicklung intelligenter Lager und die Frage, wer die Rechnung bezahlt.
- Die meisten Unternehmen sind nicht in der Lage, große Summen in intelligente Lagerlösungen zu investieren und Einrichtungen gemeinsam zu nutzen.

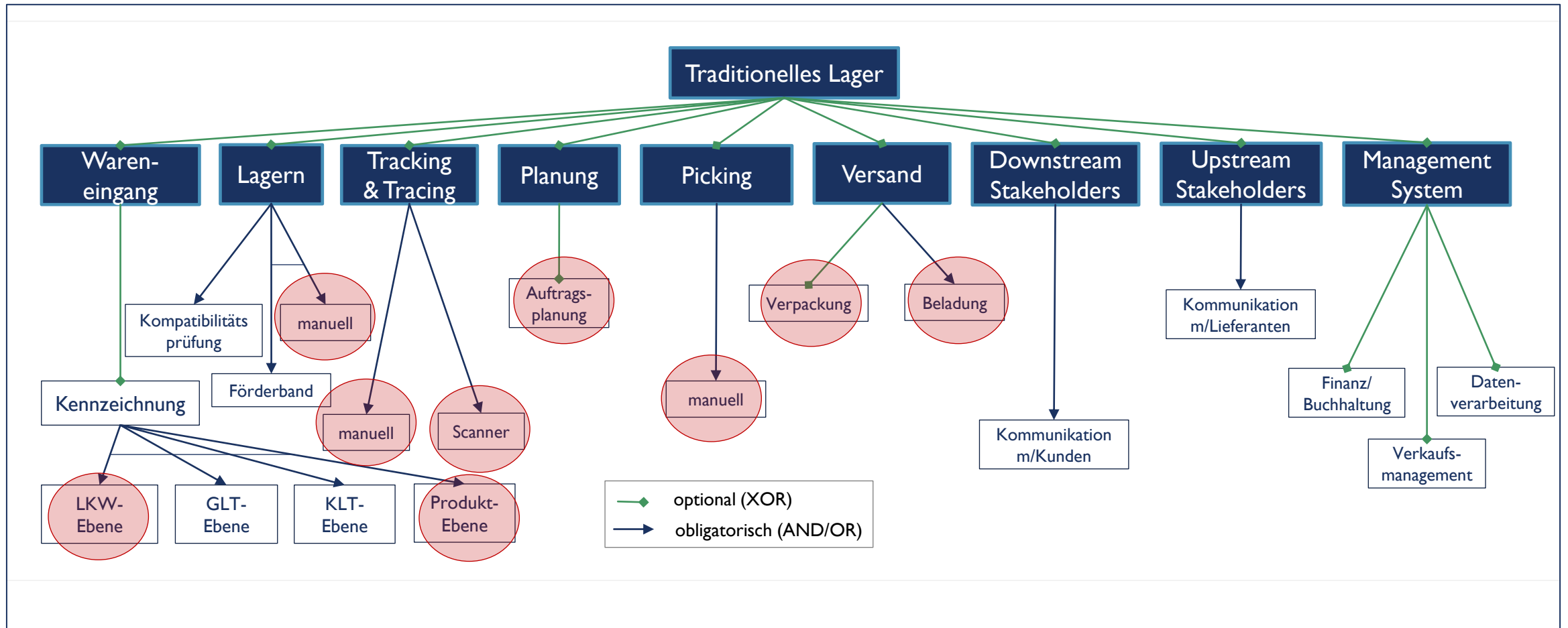
Quelle: in Anlehnung an: Irish, Ch. (2018): Smart warehousing: the smart choice?, in: supplychainanalysis.igd.com,
online: <https://supplychainanalysis.igd.com/news/news-article/t/smart-warehousing-the-smart-choice/i/20009>

EIN PRAGMATISCHER ANSATZ FÜR INTELLIGENTE LAGERLÖSUNGEN

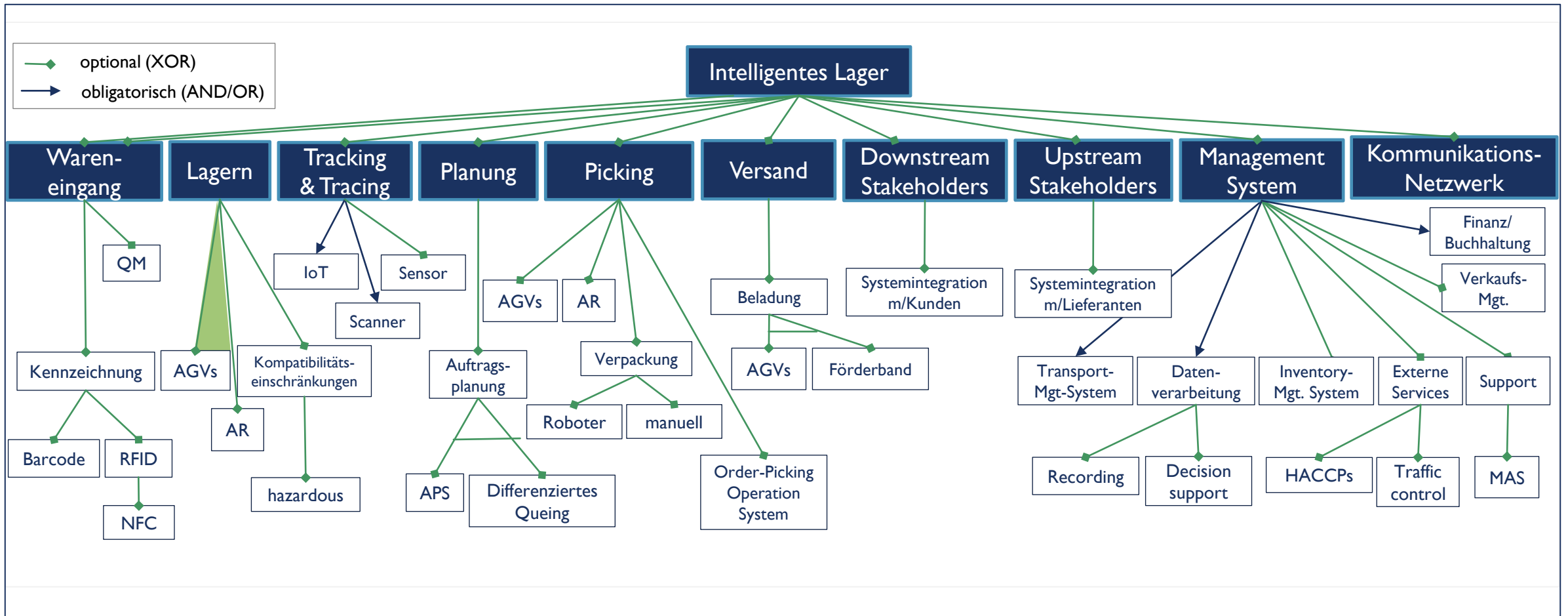
- Wahrscheinlicher ist, dass die Unternehmen die Elemente auswählen werden, die für ihren Bedarf am besten geeignet sind.
- Trotz des möglichen Automatisierungsgrads sind die viele intelligente Anlagen keineswegs vollständig automatisiert.
- Teile des Prozesses werden immer noch in hohem Maße manuell und von Menschen durchgeführt.
- Aber Lagerstandorte wurden im Hinblick auf Wachstum und Expansion konzipiert.
- Abgesehen von den Robotern und der Automatisierung wird die Fähigkeit, Kapazitäten zum richtigen Zeitpunkt nahtlos zu erweitern, langfristig ein Schlüsselfaktor für den Erfolg intelligenter Lager sein.

Quelle: in Anlehnung an: Irish, Ch. (2018): Smart warehousing: the smart choice?, in: supplychainanalysis.igd.com,
online: <https://supplychainanalysis.igd.com/news/news-article/t/smart-warehousing-the-smart-choice/i/20009>

FUNKTIONSDIAGRAMM EINES KLASSISCHEN LAGERS



FUNKTIONSDIAGRAMM FÜR EIN SMART WAREHOUSE



SMART WAREHOUSE & LOGISTIK 4.0

BASISTECHNOLOGIEN
DER INDUSTRIE 4.0

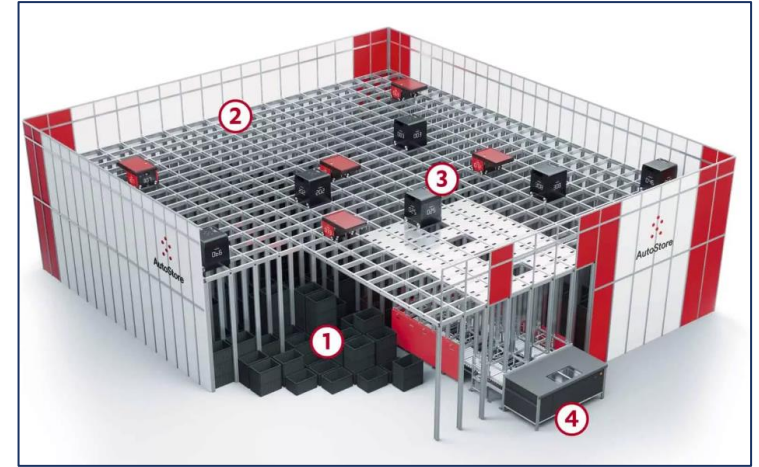
MAG. WOLFGANG LEITNER
PROFESSUR FÜR LOGISTIK & FERTIGUNGSWIRTSCHAFT
STUDIENBEREICH WIRTSCHAFT UND MANAGEMENT

DIGITALISIERUNGSTECHNOLOGIEN ZUM EINSATZ IN INDUSTRIE 4.0 UND LAGER 4.0

	Advanced Manufacturing/WH Solutions	Autonome, kooperierende Industrieroboter, Lager- und Replenishment-Systeme. Zahlreiche Sensoren und standardisierte Schnittstellen.
	Additive Manufacturing	3D-Druck, speziell für Ersatzteile und Prototypen. Dezentralisierte 3D-Shops, um Transport-distanzen und Bestände zu reduzieren.
	Augmented Reality	Augmented Reality für Instandhaltung, Logistik, Lager, alle Arten von SOP. Anzeige von unterstützenden Informationen z.B. durch Brillen ...
	Simulation	Simulation von Wertschöpfungsnetzwerken. Optimierung auf Basis von Echtzeitdaten von intelligenten Systemen, auch im Lager.
	Horizontale/vertikale Integration	Cross-Company Datenintegration basierend auf Datenaustauschstandard als Voraussetzung für eine voll automatisierte Value Chain (vom Lieferanten zum Kunden, vom Management zum Shopfloor ...)
	Industrielles Internet	Netzwerk der Maschinen und Produkte. Multi-direktionale Kommunikation zwischen den Netzwerk-Objekten.
	Cloud	Management von riesigen Datenvolumina in offenen Systemen. Echtzeit-Kommunikation für die Produktionssysteme ...
	Cyber-Security	Betrieb in Netzwerken und offenen Systemen. Ein hohes Niveau beim Netzwerken zwischen intelligenten Maschinen, Produkten und Systemen.
	Big Data Analytics	Ständige Evaluierung der verfügbaren Daten (z.B. von ERP-, SCM-, MES-, WMS, CRM-Systemen und der Maschinendaten. Entscheidungsfindung und Optimierung damit in Echtzeit möglich.

Quelle: vlg. Bortolini, M./Galizia, F.G./Mora, Cristina (2018), S. 103.

ADVANCED WAREHOUSE SOLUTIONS EFFIZIENZANSPRUCH FÜR LAGER-ANWENDUNGEN



HOCHREGALLAGER >>>

Manuell/automatisiert

WARE ZUM MANN >>>

Automat. Replenishment

AUTOSTORE >>

Flexibilität/Effizienz

cms
electronics

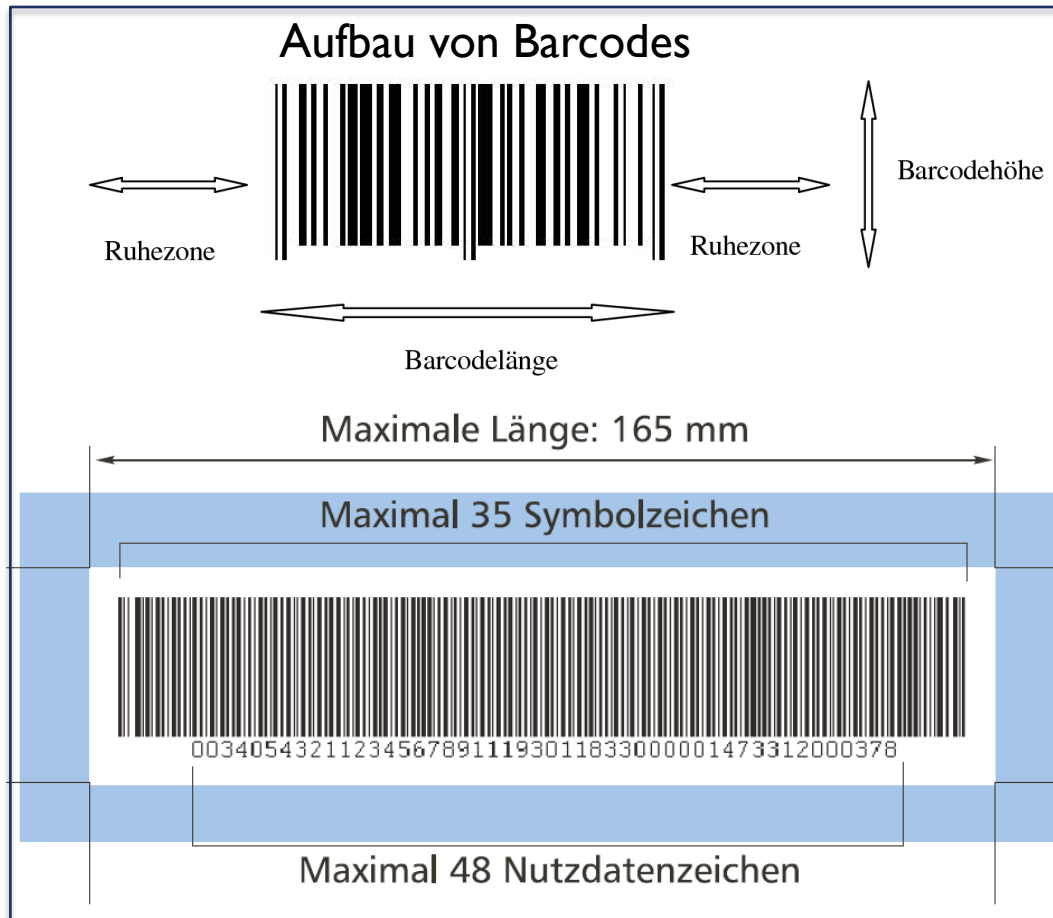
LAGER 4.0: IDENTIFIKATIONS- TECHNOLOGIEN IM LAGER - BARCODE

- Optische Methode zur automatischen Identifikation
- Basiert auf sichtbaren und nicht sichtbaren Stellen zur Reflexion von Licht:
 - Dunkle Stellen absorbieren Licht
 - Helle Stellen reflektieren Licht
- Barcode-Systeme bestehen aus
 - Barcode-Symbol
 - Barcode-Leser
 - Barcode-Drucker.



Quelle: in Anlehnung an Muller [Essentials of Inventory Management, 2011], S. 94.

BARCODE-STANDARDS



Eindimensionale Barcodes

Code 128:



Code 39:



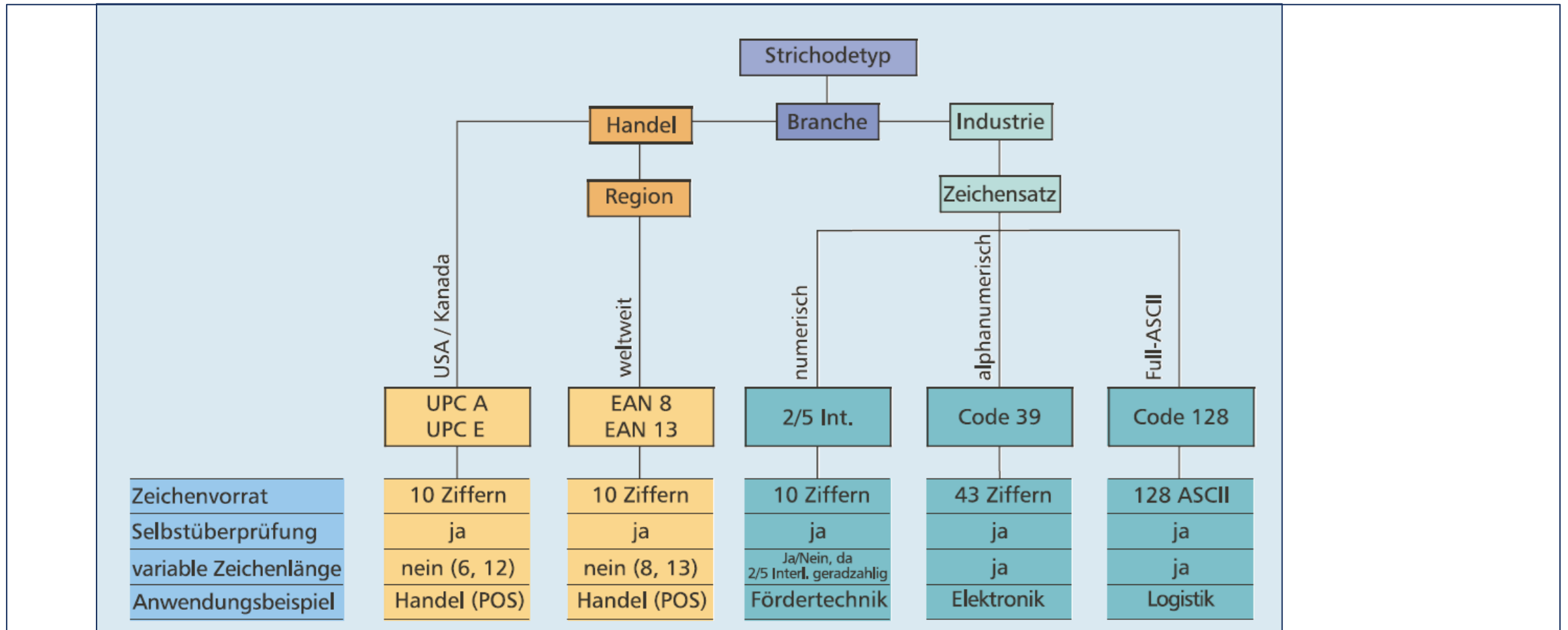
Zweidimensionale Barcodes



<https://toolsense.io/de/glo>

Vorteil Speicherkapazität bis zu 144 Zeichen

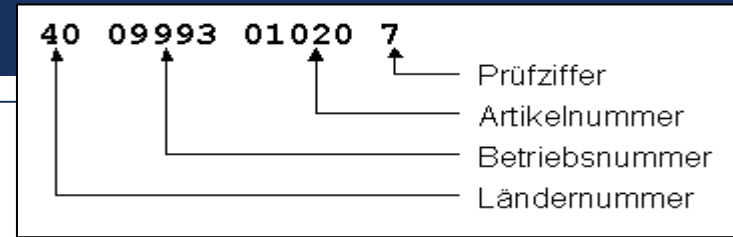
EINSATZGEBIETE FÜR DIV. BARCODE-STANDARDS



UNIVERSAL PRODUCT CODE EUROPEAN ARTICLE NUMBER (EAN)

- Eindimensionaler Barcode
- Kodiert Produkte im Einzelhandel (12-stellig)
- In Europa: EAN-Code (13-stellig)
- UPC-Code führend mit „0“ wird als EAN-Code gelesen.
- Betriebsnummer wird vom UPC-Council bzw. von EAN-System vergeben.
- Artikelnummer wird vom Betrieb vergeben.

Aufbau EAN-Code:



Ländertabelle:

Herstellerländer					
Nr:	Land	Nr:	Land	Nr:	Land
00-09	USA, Kanada	10-19	Reserve	20-29	Interne Nr.
30-37	Frankreich	40-44	Deutschland	49	Japan
50	Großbritannien	54	Belgien	57	Dänemark
64	Finnland	70	Norwegen	73	Schweden
76	Schweiz	80-81	Italien	84	Spanien
87	Niederlande	90-91	Österreich	93	Australien
978	Bücher				

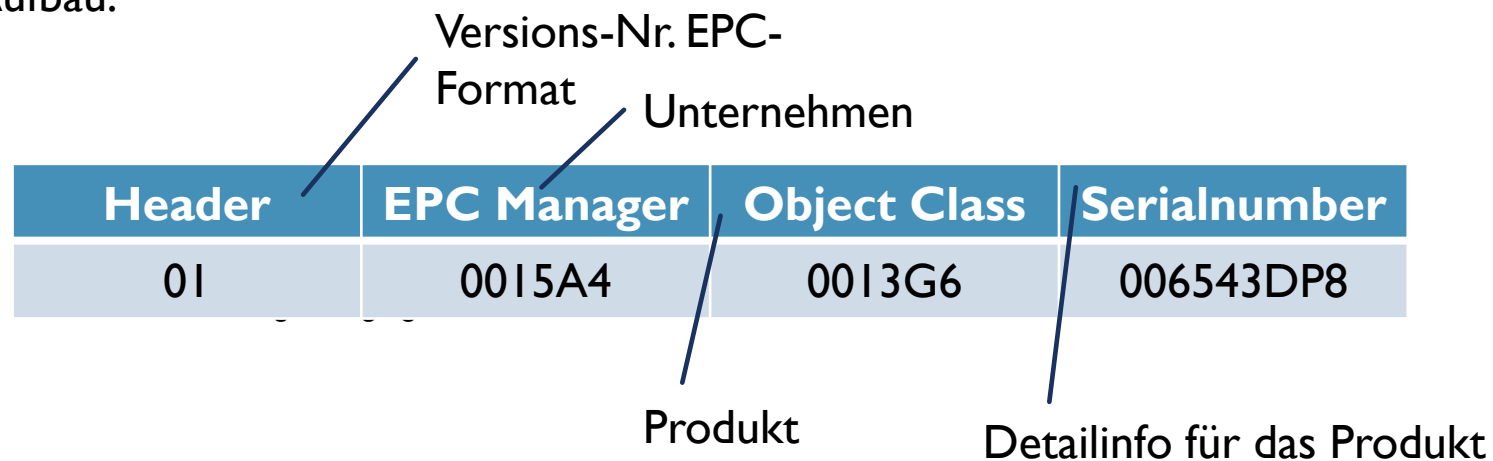
Prüfziffernlogik:

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 4 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 & 2 & 5 & 6 & 0 & 5 & 2 \\
 \downarrow \cdot 1 & \downarrow \cdot 3 & \downarrow \cdot 1 & \downarrow \cdot 3 & \downarrow \cdot 1 & \downarrow \cdot 3 & \downarrow \cdot 1 & \downarrow \cdot 3 & \downarrow \cdot 1 & \downarrow \cdot 3 & \downarrow \cdot 1 & \downarrow \cdot 3 & \downarrow \cdot 1 \\
 4+ & 0+ & 0+ & 15+ & 5+ & 0+ & 0+ & 6+ & 5+ & 18+ & 0+ & 15+ & 2 = 70
 \end{array}$$

Abwechselnd multipliziert mit 1 bzw. 3 und addiert. Der Code wird nur akzeptiert, wenn die errechnete Zahl durch 10 teilbar ist.

DIE UMSETZUNG DIGITALER STANDARDS ... ELECTRONIC PRODUCT CODE (EPC)

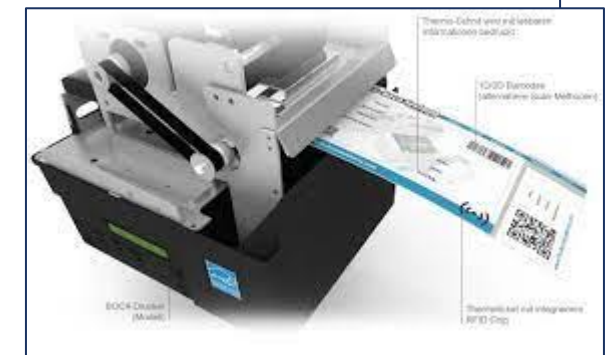
- Ein Nachteil des UPC und der EAN-Nummer ist es, dass zwar das Produkt eindeutig identifiziert werden kann, allerdings keine weitere Detail-Identifikation mit dieser Nummer möglich wird.
- Die Seriennummern oder andere Produktionsdetails (Chargennummern etc.) müssen noch separat gelesen werden.
- Der EPC verbindet nun diese weitere Identifizierung, damit nur mehr ein Identifizierungsschritt notwendig ist.
- Aufbau:



Vgl. Bichler et al. (2013): Lagerwirtschaft,
Wiesbaden : Springer, S. 77.

RFID-TECHNOLOGIE IM LAGER

- Radio Frequency ID = programmierbarer Datenträger
- Automatische Erfassung ohne Sicht- oder Scannerkontakt
- Automatische Kassensysteme
- Automatische Erfassung von Zu- und Abgängen, permanente Inventur
- Positionsbestimmung
- Rückverfolgbarkeit
- Bewegungsprofile von Waren und Mitarbeitern
- Zeiten aller Art



Quelle: in Anlehnung an Weber, R. [Zeitgemäße Materialwirtschaft mit Lagerhaltung, 2009] S. 268

ENTWICKLUNG DER IDENTIFIKATIONSTECHNOLOGIEN

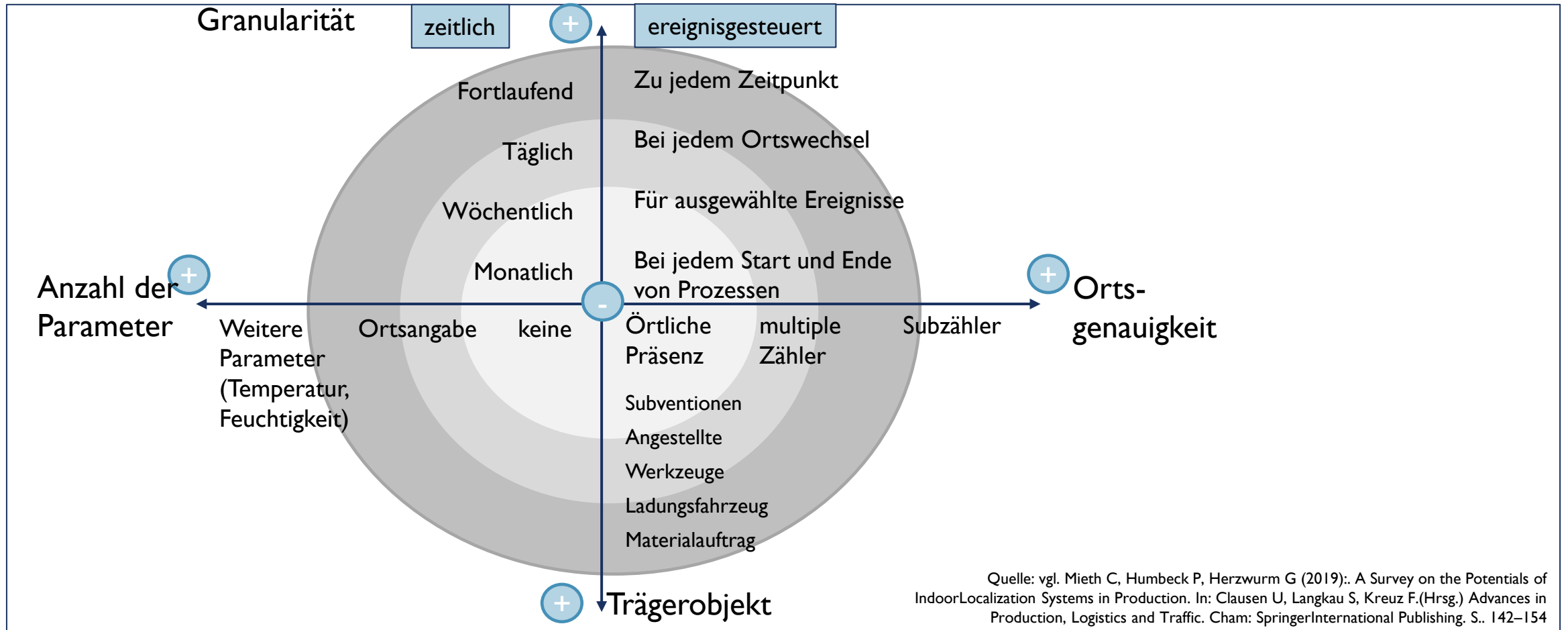
SMART LABELS

- Smart Labels dienen nicht nur als bloße Identifier mit einem internen Speicher, sondern auch als komplexe, Kontext-affine Tags mit eingebauten Modulen.
- Damit entsteht, zusammen mit einem Access-Point, einer Kontroll-Software und einer Datenbank, ein RTLS (Real-time indoor locating system).
- Smart Labels dienen damit als Kernelement von RTLS, da sie die Schnittstelle zur physischen Welt darstellen und gleichzeitig Daten sammeln.
- Überdies wird über Smart Labels die Kommunikation der Daten mit dem Internet der Dinge abgewickelt.
Eingesetzt werden div. wireless Technologien.
- Über Displays besteht auch die Möglichkeit von manuellen Interaktionen.
- Zusammenfassend schaffen Smart Labels nicht nur die Identifikation, sondern auch die Interaktion mit der Umgebung.
- Smart Labels sind damit ein essentielles Element beim Aufbau von Smart Warehousing- und Logistik-Anwendungen der Industrie 4.0.

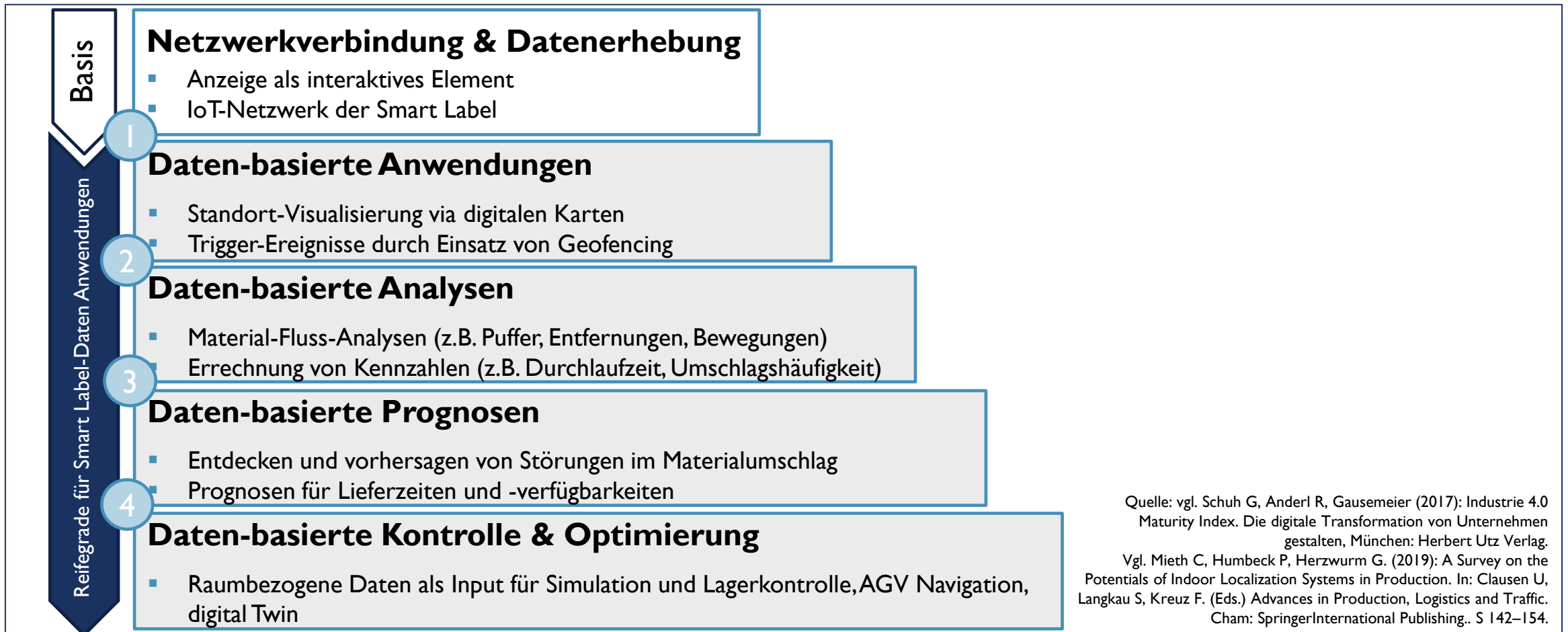
IDENTIFIKATIONSTECHNOLOGIEN			
Sichtverbindung		keine Sichtverbindung	
keine Sensoren		Sensoren im Einsatz	
ohne Display			Display
			
Bar/QR-Code		RFID-Tag	RFID-Sensor-Tag
			
			Smart (e-)Label

Quelle: vgl. Müller, D./Vogelsang, F. (2021): Towards smart manufacturing logistics: A case study of potentials of smart label data in electronics manufacturing, in: Procedia CRIP, 104, S. 1741

KLASSIFIZIERUNG VON SMART-LABEL-DATEN



REIFEGRAD FÜR DEN EINSATZ VON SMART LABEL-DATEN



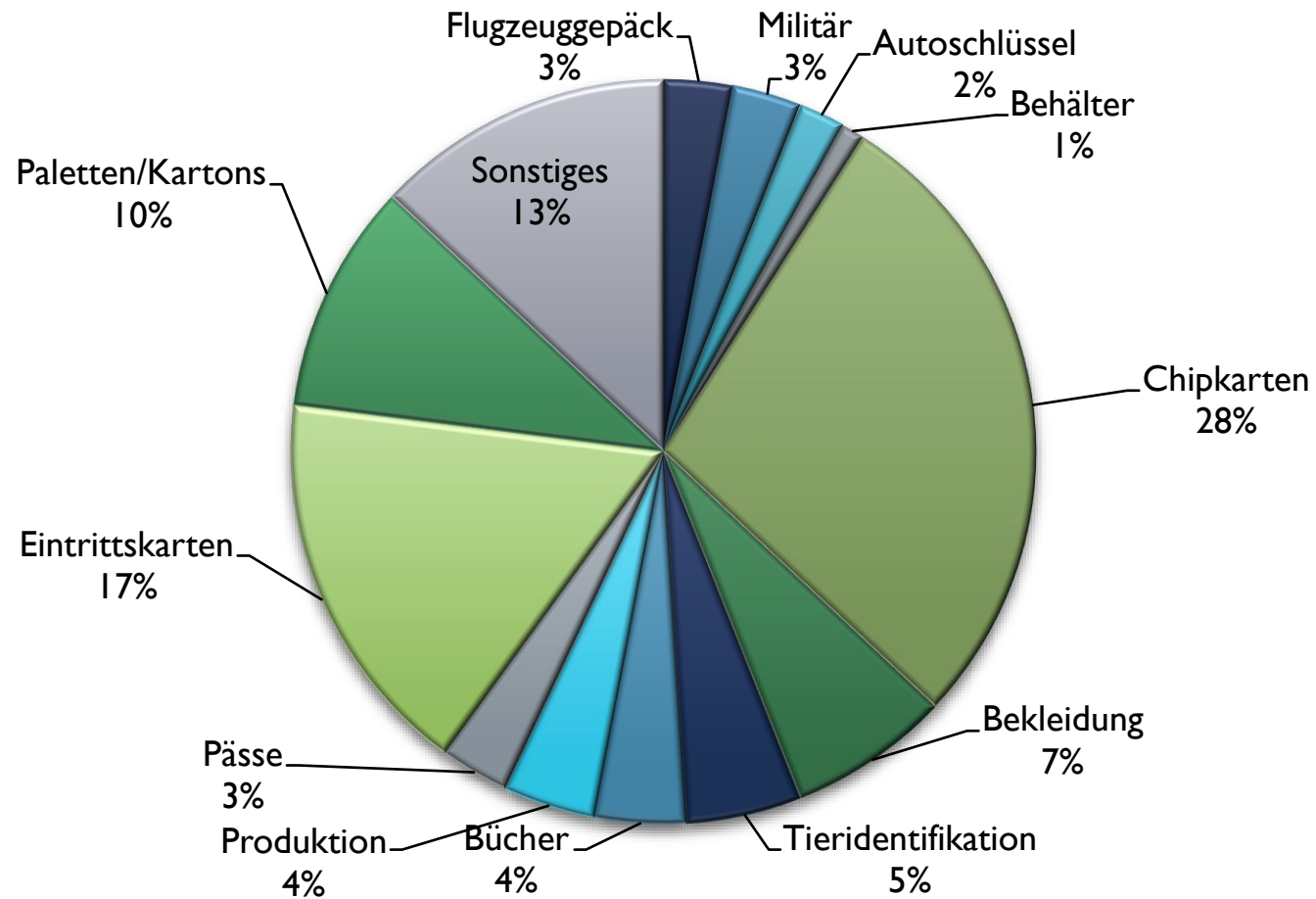
Quelle: vgl. Schuh G, Anderl R, Gausemeier (2017): Industrie 4.0 Maturity Index. Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten, München: Herbert Utz Verlag.
Vgl. Mieth C, Humbeck P, Herzwurm G. (2019): A Survey on the Potentials of Indoor Localization Systems in Production. In: Clausen U, Langkau S, Kreuz F. (Eds.) Advances in Production, Logistics and Traffic. Cham: SpringerInternational Publishing.. S 142–154.

RFID-TECHNOLOGIE VS. BARCODE

Barcodes	RFID
<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Sichtverbindung zwischen Barcode und Barcode-Leser notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine direkte Sichtverbindung notwendig. Kann durch die meisten Objekte gelesen werden.
<ul style="list-style-type: none"> • Lesemöglichkeit bis ca. 4 m Entfernung 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesemöglichkeit bis 100 m Entfernung
<ul style="list-style-type: none"> • Einzellesung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Massenlesung möglich
<ul style="list-style-type: none"> • Geringer Speicher (2-D max. 144 Zeichen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Großer Speicher, lesen/schreiben
<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Artikel-Kennzeichnung: € 0,025 - € 0,075 	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für einfach Tags: € 0,40 - € 1,--
<ul style="list-style-type: none"> • Störungen durch Schmutz und Kratzer 	<ul style="list-style-type: none"> • Störung durch Metall und Flüssigkeiten
<ul style="list-style-type: none"> • Standards (UPC , EAN, 128, 39 etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Electronic Product Code (EPC)

Quelle: in Anlehnung an Müller [Essentials of Inventory Management, 2011], S. 119; vgl. <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/electronic-product-code-EPC-EPC-Code.html>, online, <http://www.barcotec.at>.

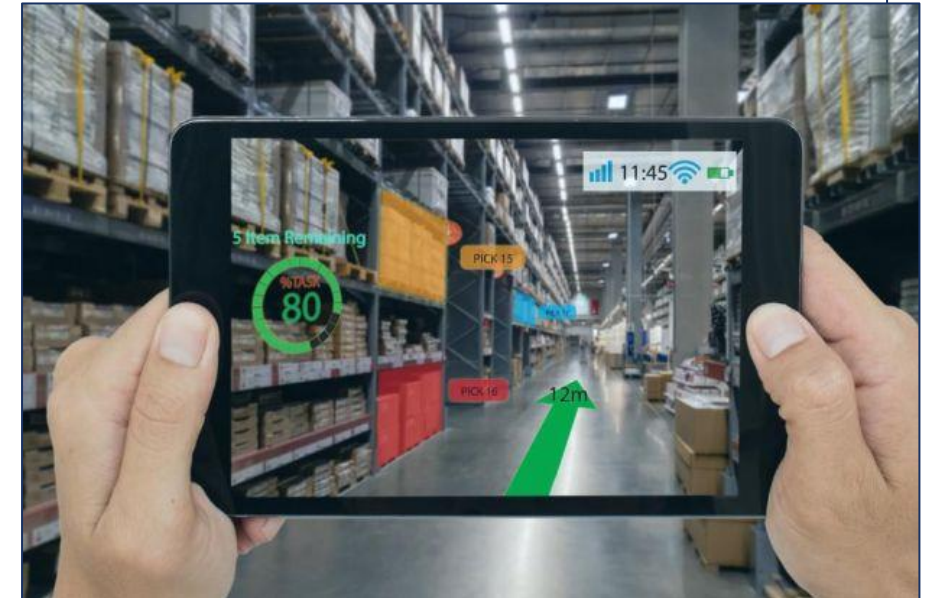
RFID-TRANSPONDER EINSATZGEBIETE



Quelle: Tamm/Tribowski (2010): Informatik im Fokus: RFID, S. 3.

AUGMENTED REALITY EINSATZ IM LAGER

- Augmented Reality (AR) ist ein weit gefasster Begriff zur Definition einer Methode, um virtuelle Elemente, Gegenstände oder Informationen in Echtzeit in die physische Welt einzufügen.
- Sie kann von verschiedenen Technologien unterstützt werden (z. B. Computer, Fernseher, Smartphones und Tablets, Brillen, Wearables).
- Der Begriff ist nicht nur auf den visuellen Aspekt beschränkt, da er auch Audio oder andere Sinne der Nutzung erlaubt.



Quelle: vgl. Stoltz, M-H.et.al. (2017): Augmented Reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers, in: IFAC Papers OnLine, 50-1, S. 12979.

MÖGLICHE ANWENDUNGSFELDER VON AUGMENTED REALITY IM LAGER

Lagerbetrieb	Mögliche Anwendungen
Wareneingang	<ul style="list-style-type: none">▪ Dem ankommenden Lkw-Fahrer die Entladestation angeben▪ Überprüfen der erhaltenen Waren anhand des Lieferscheins▪ Zeigen Sie, wo die Artikel abgestellt/wie sie in der Wartezone angeordnet werden müssen
Picking	<ul style="list-style-type: none">▪ Benachrichtigung eines Bedieners über eine ihm zugewiesene neue Aufgabe▪ Bild und Details des zu kommissionierenden Artikels anzeigen▪ Anzeige des Lagerorts des zu kommissionierenden Artikels▪ Anzeige der Kommissionierroute▪ Hervorhebung des physischen Ortes, an dem sich der gewünschte Artikel befindet▪ Informieren Sie über Fehler und Unterbrechungen▪ Scannen Sie den Barcode des Artikels, um ihn dem Kommissionierwagen zuzuordnen oder um weitere Informationen zu erhalten▪ Hervorheben, wo jeder Artikel auf den Kommissionierwagen gelegt werden soll, zum Sortieren während der Kommissionierung▪ Informationen geben, um Staus in den Gängen zu vermeiden▪ Überwachung des Zustands und der Leistung des Kommissionierers

Quelle: vgl. Stoltz, M-H.et.al. (2017): Augmented Reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers, in: IFAC Papers OnLine, 50-1, S. 12980.

MÖGLICHE ANWENDUNGSFELDER VON AUGMENTED REALITY IM LAGER

Lagerbetrieb	Mögliche Anwendungen
Lagerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Benachrichtigung eines Bedieners über eine neue zugewiesene Aufgabe ▪ Anzeige des Lagerorts der eingehenden Artikel ▪ Anzeige des Bildes und der Details des zu lagernden Artikels ▪ Anzeige der Route zum Lagerort ▪ Anzeige des aktuellen Status des Kommissionierers sowie des nächsten Schritts des Prozesses ▪ Prüfen von Orten, die während der Einlagerung nachgefüllt werden müssen
Versand	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeigen, welche Art von Karton zu verwenden ist ▪ Zeigen Sie, wie Sie kommissionierte Artikel am besten in einem Paket platzieren ▪ Angabe des richtigen Standorts/der richtigen Palette für die Sendung ▪ Zeigen Sie, wo jede Bestellung auf einer Palette/einem Lkw zu platzieren ist, je nach Art der Aufträge, Bestimmungsort, Zerbrechlichkeit ▪ Geeignete Ladefläche angeben ▪ Prüfen/Zählen der Produkte/Aufträge, die auf einen Lkw geladen werden sollen

Quelle: vgl. Stoltz, M-H.et.al. (2017): Augmented Reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers, in: IFAC Papers OnLine, 50-1, S. 12980.

TRACKING & TRACING

- "Tracking" und "Tracing" sind zwei Unterkategorien von "Rückverfolgbarkeit".
- Während die erste einen nachgelagerten Schwerpunkt in der Wertschöpfungskette zum Kunden hin ausgerichtet ist, zielt letztere auf die vorgelagerten Quellen.
- Die Rückverfolgbarkeit selbst wird beschrieben als die Fähigkeit, Rohstoffe, Zwischen- und Endprodukte "über alle Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen" zu verfolgen.
- Als Mindestanforderung gilt das sogenannte Prinzip "one-up – one-down" formuliert, dass jede einzelne Stufe in einer Lieferkette die Interaktion mit den Interaktionen der unmittelbar vor- und nachgelagerten Stufen dokumentiert.
- Für die Rückverfolgbarkeit ist es daher essentiell im Produktions- und Kommissionierprozess alle erforderlichen Detaildaten mit zu erfassen.



Quelle: vgl. Seifermann, S./Murti IH./Oberle, J. (2022): Tracking and tracing in manufacturing supply chains using blockchain Technology, in: Procedia CIRP, 115, S. 172f.

TRACKING & TRACING AUTOMATISCHER KOMMISSIONIERPROZESS

■ Chargenverfolgung

Die Chargenverfolgung macht einen Großteil der Rückverfolgbarkeit aus, die von Händlern von Arzneimitteln, Lebensmitteln, Stoffen und Feuerwerkskörpern verlangt wird.

Die Kenntnis der Nummern in Ihrem Bestand, des Herstellungsdatums und des Verfallsdatums (falls zutreffend) dieser Artikel hilft Ihnen bei der Rückverfolgung und Verfolgung von Informationen über diese Produkte, die sonst möglicherweise nicht verfügbar sind.

■ Rückverfolgung von Seriennummern

Diese eindeutige Kennung hilft bei der Kontrolle des Artikels in der gesamten Vertriebskette sowie bei Garantie- und Versicherungsanfragen und beim Kundendienst. Am häufigsten sind Seriennummern auf Elektronik, Geräten und Fahrzeugteilen zu finden.



Quelle: <https://www.scjunction.com/blog/tracking-and-tracing-total-efficiency-in-warehouse-checklist>

SMART WAREHOUSE

E-KANBAN-LÖSUNGEN

(C-TEILE-MANAGEMENT)

MAG. WOLFGANG LEITNER
PROFESSUR FÜR LOGISTIK & FERTIGUNGSWIRTSCHAFT
STUDIENBEREICH WIRTSCHAFT UND MANAGEMENT

KANBAN

STEUERUNGS- UND WIEDERBESCHAFFUNGSSYSTEM

- **Kanban:** Karte oder Signal, dass direkte Bedarfe für eine Bearbeitung oder für Material an die vorgelagerte Station weitergibt
- Kanban ist japanisch und meint “Signal”, “Karte” oder “sichtbarer Bedarf”
- Papierloses Produktionskontroll- und –steuerungssystem
- Berechtigung zum Bezug, kommt vom Kunden bzw. Downstream-Prozess.

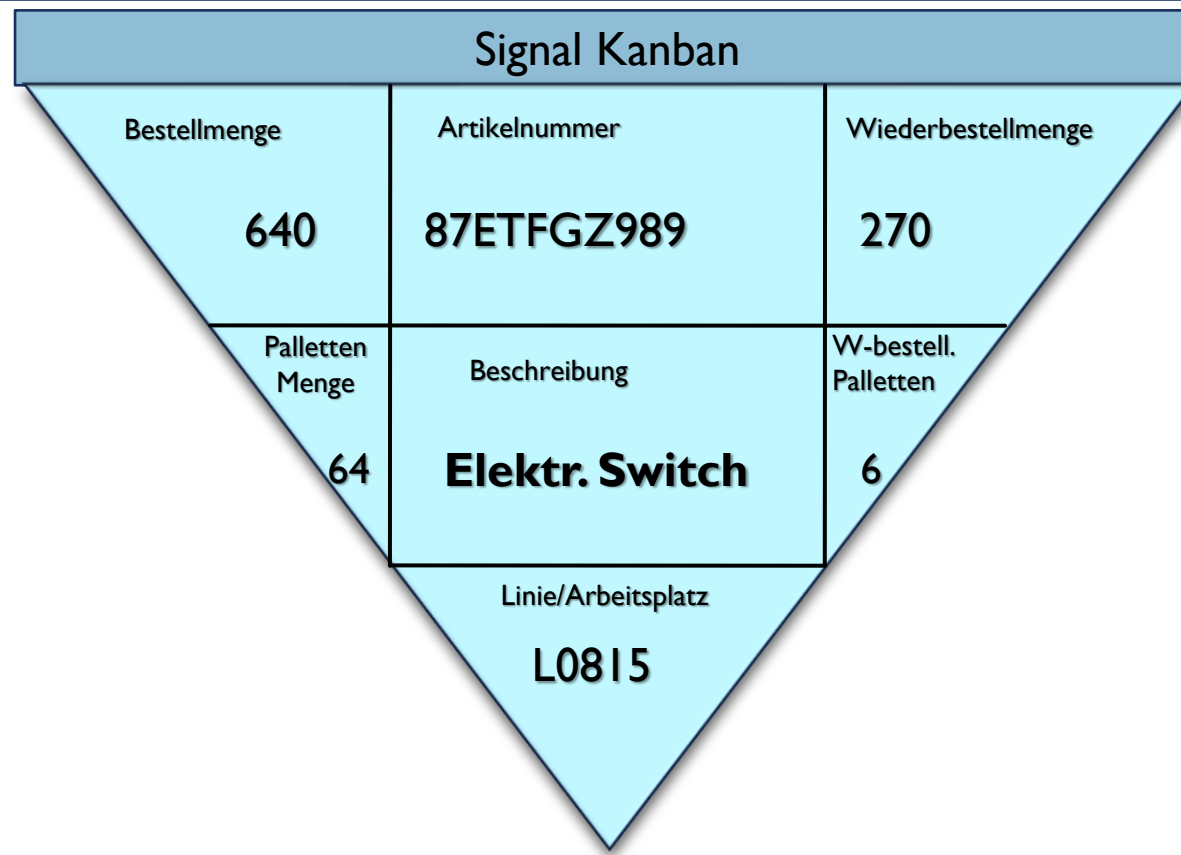


MERKMALE EINES KANBAN-SYSTEMS

- **Dezentrales, selbststeuerndes Regelkreissystem**
(Material- und Informationsfluss läuft quasi autonom zwischen den beteiligten Stellen)
- **Die Produktion erfolgt als Reaktion auf eine Bedarfsmeldung der unmittelbar vorausgehender Fertigungsstufe (Holprinzip)**
- **Bedarfsschwankungen werden nivelliert**
(durch flexiblen Betriebsmittel- und Personaleinsatz)
- **Zwischen den Fertigungsstufen befinden sich geringe Pufferlager**
- **Zwischen zwei direkt kommunizierenden Stellen werden KANBAN's als Informationsträger eingesetzt.**

Quelle: in Anlehnung an Schulte [Material- und Logistikmanagement, 2001] S. 326.

DIE KANBAN-KARTE



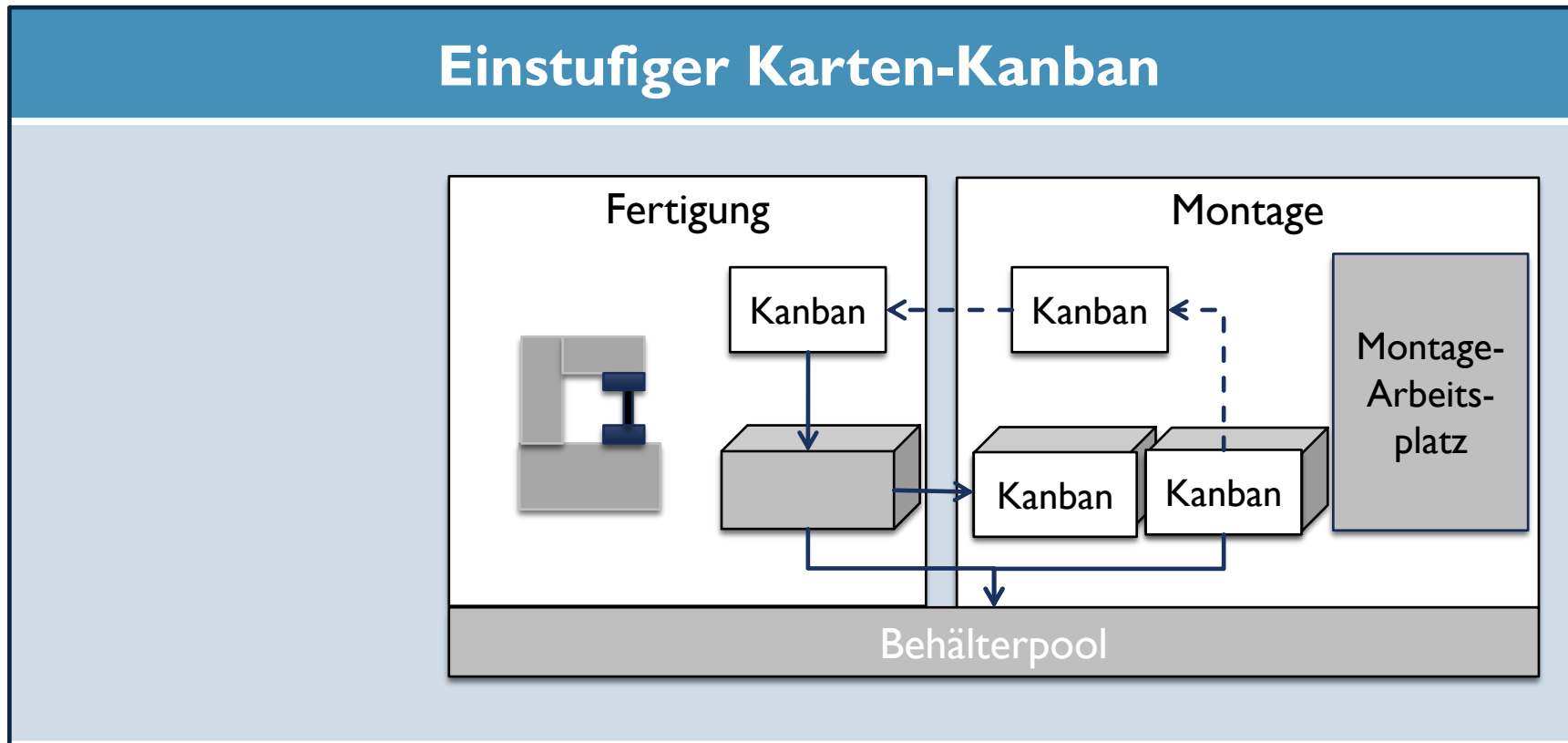
VARIANTEN EINES KANBAN-SYSTEMS

- **Ein-Karten Kanban**
mit exakten Materialmengen je Gebinde oder mit Mengenbereichen (z.B. entsprechend optischem Füllstand)
- **Zwei Karten Kanban**
entkoppelte Variante – Kunde und Lieferant unterhalten eigene Puffer und Kartenkreise. Die Kunden-Kanban-Karte verlässt dabei das Werk nicht und wird beim Wareneingang entsprechend wieder verwendet.
- **Sicht-Kanban**
basiert nicht auf Karten, sondern auf Stellplätzen, Regalfächern usw. Der nötige Nachschub wird entweder beim Anbruch des Gebindes oder beim Leeren der Fläche ausgelöst.

Quelle: in Anlehnung an Dickmann in Dickmann, P. [Schlanker Materialfluß 2009] S. 165f.

KANBAN KREISLÄUFE

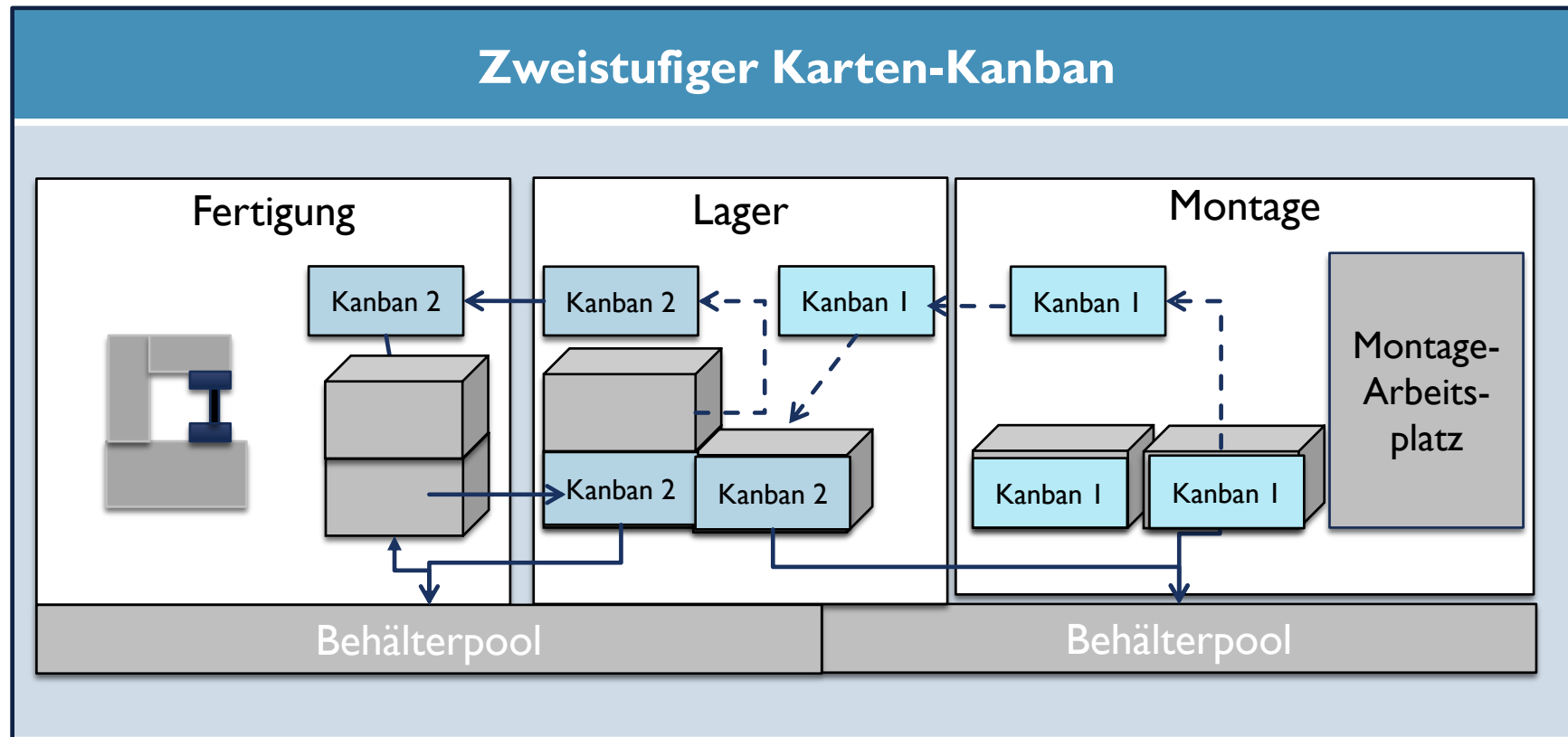
EINSTUFIGER KARTEN-KANBAN



Quelle: in Anlehnung an Becker (2008): Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren, S. 84.

KANBAN KREISLÄUFE

ZWEISTUFIGER KARTEN-KANBAN



Quelle: in Anlehnung an Becker (2008): Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren, S. 84.

KANBAN BEHÄLTER-UMLAUF

$$\text{Kanban-Anzahl} = \frac{\text{Lagergröße}}{\text{Kanbangröße}} = \frac{2.000 \text{ kg}}{200 \text{ kg}} = 10$$

$$\text{Kanban-Anzahl} = \frac{E + (DD+SS)}{CC}$$

E = monatl. Bedarf/monatl. Anzahl der Setups
 DD = täglicher Bedarf
 SS = Sicherheitsbestand
 CC = Containerkapazität
 OC = Bestellzyklus – Zeitintervall zwischen Produktionsaufträgen
 LT = Bearbeitungszeit + Wartezeit + Übermittlungszeit + Kanban Karten Sammel-Zeit

$$\text{Kanban-Anzahl} = \frac{DD \times (OC + LT + SS)}{CC}$$

Quelle: IFSS (2013): Lean Six Sigma Toolkit, S.206/
 in Anlehnung an Kerber/Dreckshage (2011): Lean Supply
 Chain Management Essentials, S. 118.

KANBAN ZIELE

- Produktionssteuerung durch die Verknüpfung verschiedener Prozesse und Entwicklung eines Just-in-Time-Systems
- Erreichung eines durchgängigen, kontinuierlichen Materialflusses im gesamten Unternehmen
- Reduzierung der Zyklus- und Lieferzeiten und damit eine Verkürzung der Durchlaufzeit
- Flexible Reaktion auf kurzfristige Änderungen im Produktionsprogramm wird ermöglicht
- Gewährleistung des FIFO-Systems
- Verringerung der Lagerbestände in den einzelnen Fertigungsbereichen
- Senkung der Zins- und Lagerkosten
- Erkennen von Schwachstellen im Produktionsprozess und somit Verbesserung des Produktionssystems.

Quelle: Gerberich (2010): Lean oder MES in der Automobilzulieferindustrie, S. 130f.

KANBAN VOR-/NACHTEILE

Vorteile	Grenzen
Geringe Materialbestände im Produktionsbereich	Störungen breiten sich schnell auf die gesamte Produktion aus
Reduzierung der Durchlaufzeiten aufgrund kleiner Losgrößen	Bei starken Schwankungen der Produktionsmenge ist das System nicht geeignet
Erhöhte Transparenz des Materialflusses	Probleme ergeben sich auch bei kundenspezifischen Sonderanfertigungen
Selbststeuerung	Beachtung der Komplexität z.B. bei Mass Customization notwendig
Operative Probleme werden besser erkannt	Lange Lieferzeiten beeinträchtigen die Effizienz von KANBAN
Gestiegene Verantwortung der Mitarbeiter wirkt motivationsfördernd	

Quelle: in Anlehnung an Schulte [Material- und Logistikmanagement,2001] S. 336 f.

PULL-SYSTEME

AUSWAHL PASSENDER SYSTEME

Systemarten	Stärken	Schwächen	Anwendungen
Kanban-System	<ul style="list-style-type: none"> • Starke Verbindung zwischen den einzelnen Prozessschritten • Kurze Lieferzeiten • Abfederung geringer Nachfrageschwankungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Supermärkte als Steuerungsinstrument notwendig • Schwankende Bedarfe können zu Fehlern führen, auch unterschiedliche Produktionsprozesse 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion auf Lager • Leistungsfähige Prozesse • Ausgeglichene Nachfrage • Limitierte Anzahl von Produkten • Hoher Lagerumschlag
ConWIP-System	<ul style="list-style-type: none"> • Vollkommen von der Nachfrage bestimmt • Kaum Lager/Bestände • Flexible Anpassung an Kundenwünsche 	<ul style="list-style-type: none"> • Lange Lieferzeiten • Begrenzte Aktionsmöglichkeiten bei auftretenden Prozessvarianten • Schwierige Kontrolle der Produktionsgeschwindigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion auf Auftrag • Unterschiedliche Kundenwünsche • Gemeinsame Nutzung von Ressourcen • Schwankende Nachfrage
Hybrid Kanban- & ConWIP-System	<ul style="list-style-type: none"> • Kann unterschiedliche Produkte abbilden • Drängt Lager/Bestände aus der Produktion in die Supply Chain 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwieriges Management von „zwei in einem“ System 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktmix hat Charakteristika von Produktion auf Lager und auf Auftrag

Quelle: IFSS (2013): Lean Six Sigma Toolkit, S.196.

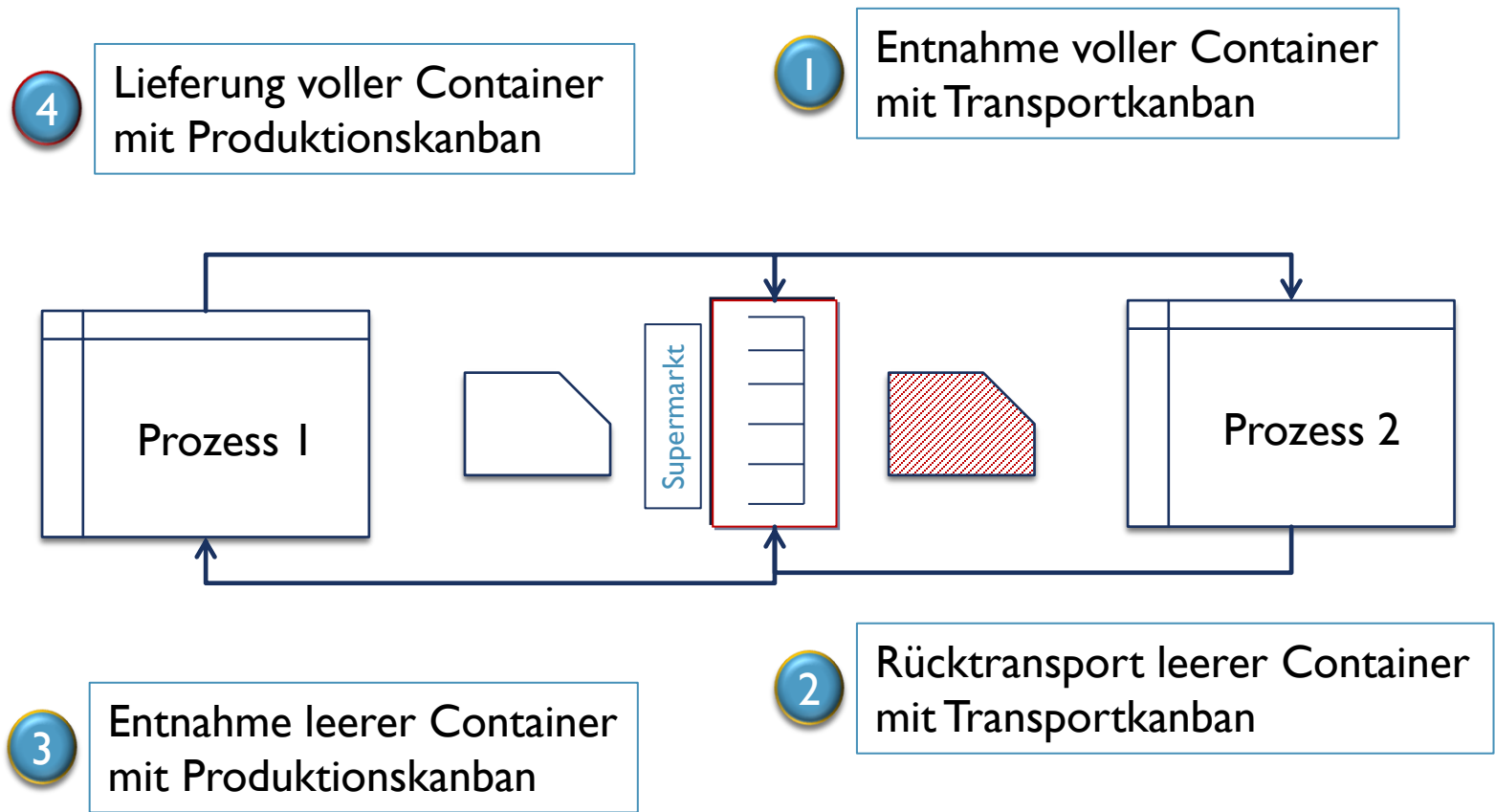
PULL-SYSTEM

AUSWAHL DES RICHTIGEN SYSTEMS

Systemarten	Stärken	Schwächen	Anwendungen
Kanban-System	<ul style="list-style-type: none"> • Starke Verbindung zwischen den einzelnen Prozessschritten • Kurze Lieferzeiten • Abfederung geringer Nachfrageschwankungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Supermärkte als Steuerungsinstrument notwendig • Schwankende Bedarfe können zu Fehlern führen, auch unterschiedliche Produktionsprozesse 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion auf Lager • Leistungsfähige Prozesse • Ausgeglichene Nachfrage • Limitierte Anzahl von Produkten • Hoher Lagerumschlag
ConWIP-System	<ul style="list-style-type: none"> • Vollkommen von der Nachfrage bestimmt • Kaum Lager/Bestände • Flexible Anpassung an Kundenwünsche 	<ul style="list-style-type: none"> • Lange Lieferzeiten • Begrenzte Aktionsmöglichkeiten bei auftretenden Prozessvarianten • Schwierige Kontrolle der Produktionsgeschwindigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion auf Auftrag • Unterschiedliche Kundenwünsche • Gemeinsame Nutzung von Ressourcen • Schwankende Nachfrage
Hybrid Kanban- & ConWIP-System	<ul style="list-style-type: none"> • Kann unterschiedliche Produkte abbilden • Drängt Lager/Bestände aus der Produktion in die Supply Chain 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwieriges Management von „zwei in einem“ System 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktmix hat Charakteristika von Produktion auf Lager und auf Auftrag

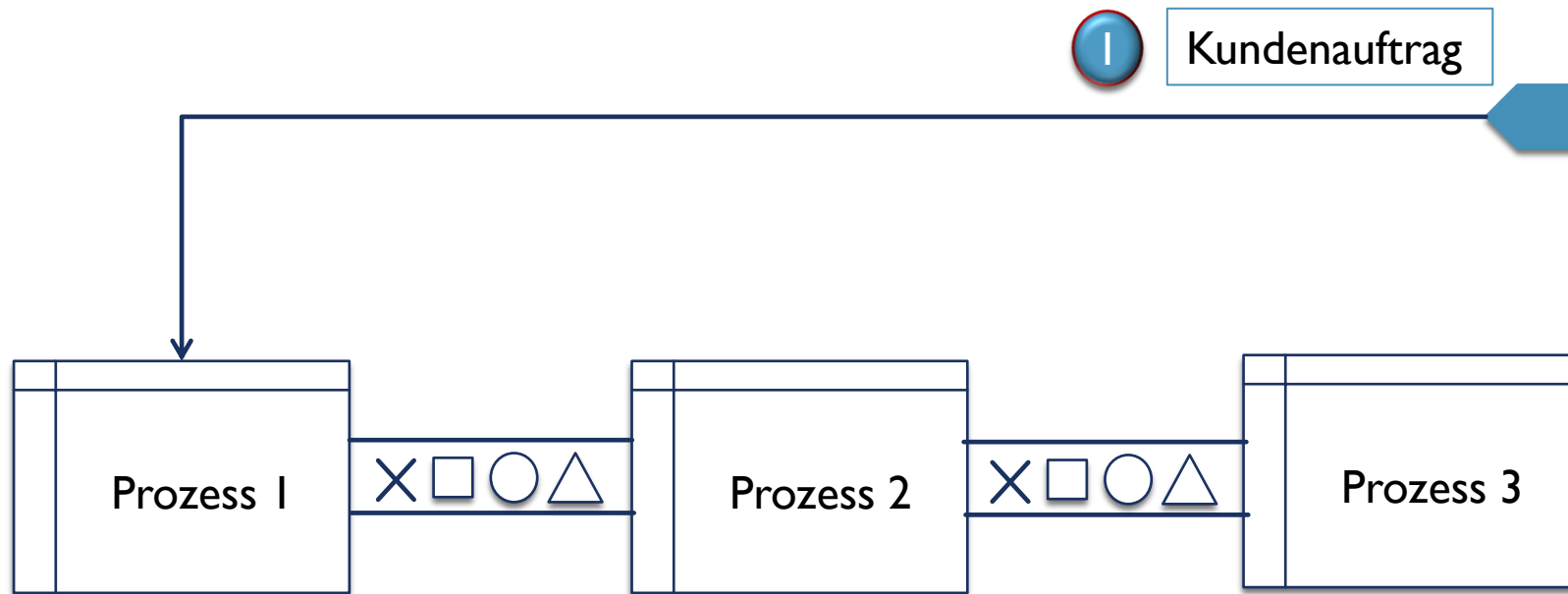
Quelle: IFSS (2013): Lean Six Sigma Toolkit, S.196.

KANBAN STEUERUNG ABLAUF



Quelle: IFSS (2013): Lean Six Sigma Toolkit, S.197.

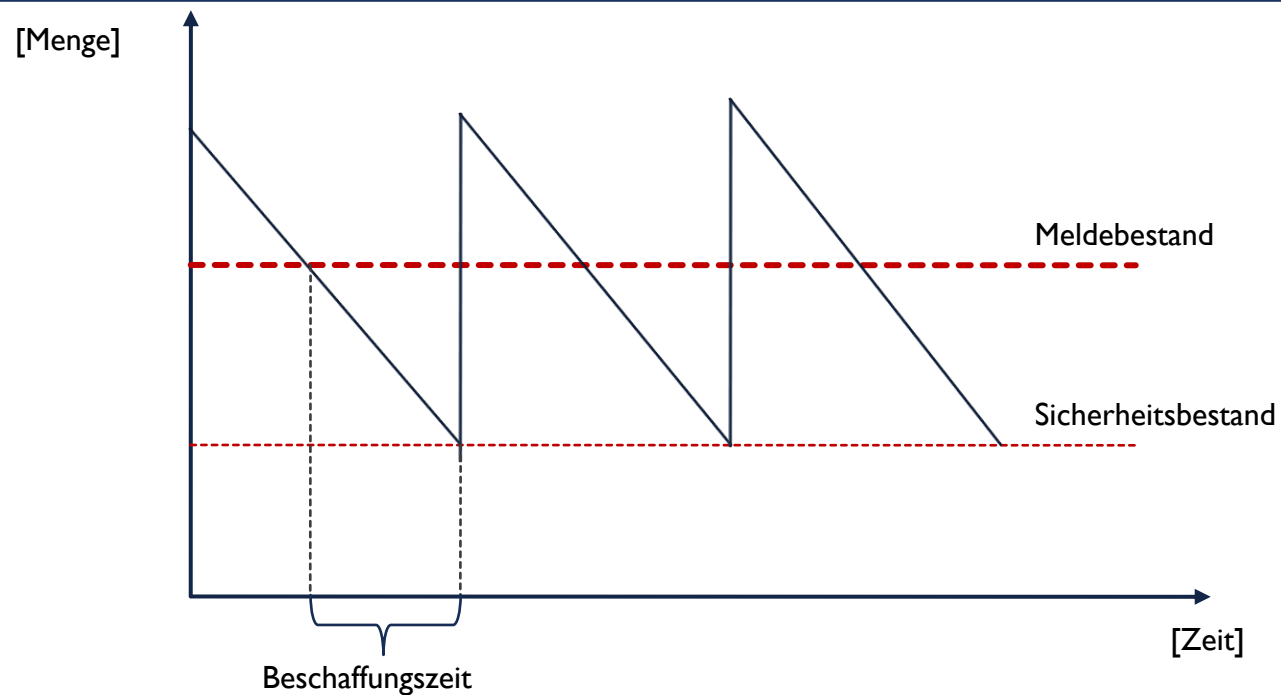
CONWIP-STEUERUNG ABLAUF



2 Produktionsstart, wenn
FIFO-Linie nicht voll

Quelle: IFSS (2013): Lean Six Sigma Toolkit, S.198.

EINSATZ VON BESTANDSGRENZEN IM LAGER



Sicherheitsbestand:

dient zur Abdeckung externer und interner Risikofaktoren. Höhe hängt vorwiegend vom Servicegrad, Bedarfsverlauf, der Vorhersagegenauigkeit und der Wiederbeschaffungszeit ab.

Meldebestand:

fängt die vorhersehbaren Verzögerungen durch den Bestell- und Lieferprozess ab. Er liegt um jene Menge über dem Sicherheitsbestand, der in der Beschaffungszeit gebraucht wird.

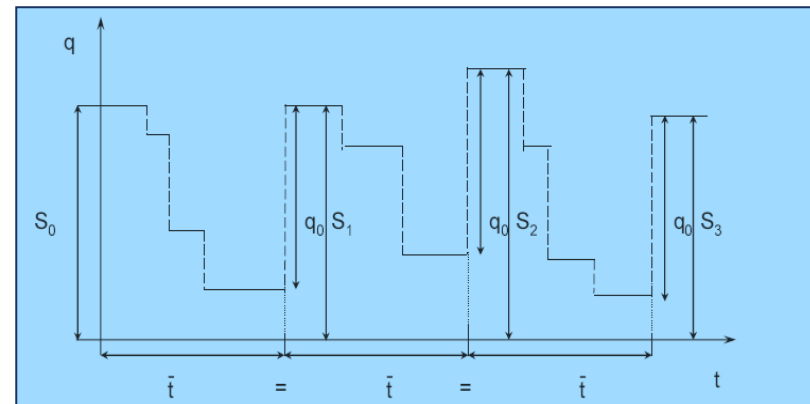
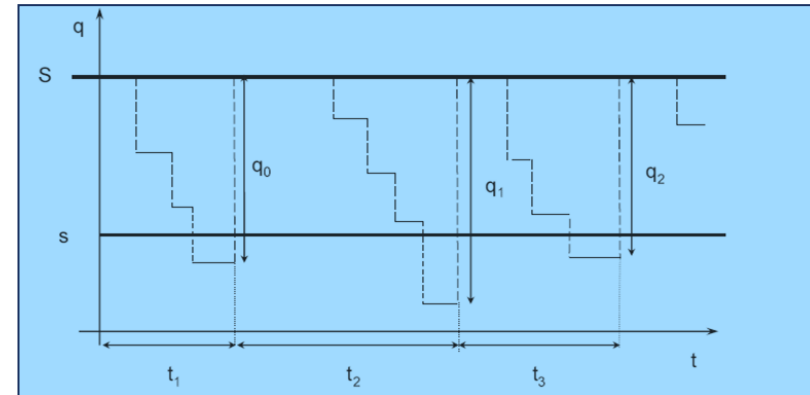
BESTELLREGELN ZUR BESTANDSSTEUERUNG

Bestellpunktverfahren

- Bestellzeitpunkt wird über das Erreichen oder Unterschreiten eines Meldebestandes im Lager definiert
- Das Bestellintervall passt sich an die schwankenden Lagerabgänge an
- Meldebestand = Bedarf in der Beschaffungszeit + Sicherheitsbestand

Bestellrhythmusverfahren

- Fixes Bestellintervall
- Fixe Bestellmenge oder
- Variable Bestellmenge, definiert über einen Höchstbestand im Lager, den es aufzufüllen gilt



Quelle: in Anlehnung an Melzer-Ridinger [Materialwirtschaft und Einkauf 2008] S. 189 ff.

E-KANBAN-LÖSUNGEN

- Ein Kanban-System ist ein visuelles Signalsystem, das sogenannte Kanban-Karten verwendet, um den Nachschub von Materialien auszulösen die in der Produktion verwendet werden, auszulösen.
- Das elektronische Kanban-System (e-Kanban) ist eine Weiterentwicklung des klassischen Kanban-Systems, das digitale Technologien wie Barcodes, QR-Codes und Sensoren nutzt, um die traditionelle Kanban-Karte zu ersetzen.
- E-Kanban bietet mehrere Vorteile wie Rückverfolgbarkeit in Echtzeit und Sichtbarkeit der Materialbewegungen in den Lager-, Produktions- und Fertigungssystemen.
- Falsche Eingaben und fehlende oder leere Behälter können automatisch erkannt und Materialengpässe können durch diese zusätzlichen Informationen minimiert werden.

Product description				Product ID	
Kanban card				1/3	
Quantity	250	Lead time	6 days	Order date	
Supplier	Smith Industrial Solutions Inc.			Delivery date	
Requested by	J. Smith		Card 2 of 3		
			Location	Rack R8	

Quelle: vgl. Kreutz et.al. (2021): autonomous, low-cost sensor module for fill level measurement for a self-learning electronic Kanban system, in: IFAC Papers onLine, 54-1, S. 623.

KANBAN-STEUERUNGSSYSTEME (C-TEILE MANAGEMENT) IN SMART WAREHOUSE-UMGEBUNGEN

- RFID-Kanban-Systeme zur optimalen Materialversorgung
- Verschiedene Technologieansätze verfügbar:
 - Manuelle Bestellauslösung über digitales Regaletikett und Bestellbutton:



iDISPLAY

Digitales Regaletikett

Zur einfachen Regalverwaltung und
Behälterinformation



Quelle: <https://www.wuerth->

[industrie.com/web/de/wuerthindustrie/cteile_management/kanban/kanban_steuerung/kanban_prozesssteuerung.php](https://www.wuerth-industrie.com/web/de/wuerthindustrie/cteile_management/kanban/kanban_steuerung/kanban_prozesssteuerung.php)

KANBAN-STEUERUNGSSYSTEME (C-TEILE MANAGEMENT) IN SMART WAREHOUSE-UMGEBUNGEN

- RFID-Kanban-Systeme zur optimalen Materialversorgung
- Verschiedene Technologieansätze verfügbar:
 - Automatische Bestellauslösung aufgrund optischer oder Wagensysteme



iBin®

Optisches Bestellsystem

Studie zur dezentralen Materialversorgung durch regelmäßige optische Prüfung



iSCALE

Waagenbehälter

Dezentrale Materialversorgung durch sensorgesteuerte Waage

Quelle: https://www.wuerth-industrie.com/web/de/wuerthindustrie/cteile_management/kanban/kanban_steuerung/kanban_prozesssteuerung.php

SMART WAREHOUSE

SPEZIELLE TECHNOLOGIE-
ANWENDUNGEN

MAG. WOLFGANG LEITNER
PROFESSUR FÜR LOGISTIK & FERTIGUNGSWIRTSCHAFT
STUDIENBEREICH WIRTSCHAFT UND MANAGEMENT

SMART WAREHOUSE WESENTLICHE MERKMALE

Cloud-basierte
Software zu
Lagerverwaltung

Lückenlose
Warenverfolgung

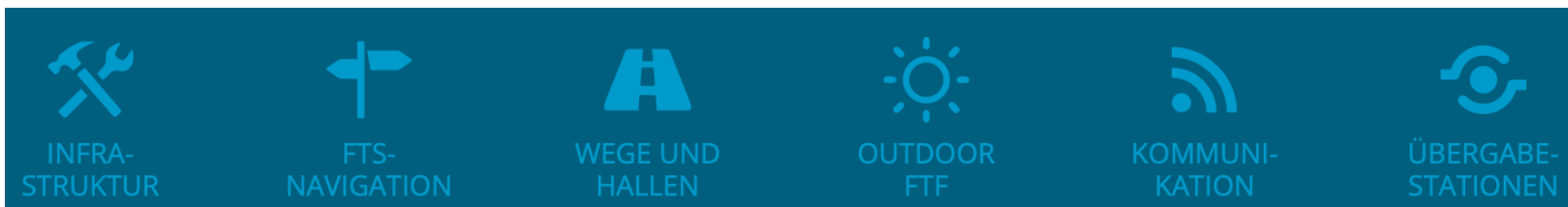
Transparente Supply-
Chain

Vollständige
Automatisierung

FAHRERLOSE TRANSPORTSYSTEME (FTS) AUTOMATED GUIDED VEHICLES (AGV)

- Einsetzbar in der Produktions- und Fertigungsindustrie, Logistikzentren von Versandhändlern, Gesundheitswesen
- Um einfache Materialtransporte auszuführen
- Passende fahrerlose Transportfahrzeug, z.B.: mobile Roboter, FTS für Kleinladungsträger, FTS für Paletten, fahrerlose Stapler, spezifischen Fahrerlosen Transportsystemen für Sondertransporte

Voraussetzungen



PICK-BY SYSTEME



- bestehen aus einer Hardware- und einer Softwarekomponente,
- Unterstützende Systeme in der Kommissionierung
- Pick by voice
- Pick by light ▲
- Pick by scan ▲
- Pick by vision ▲
- Pick by gesture

Wearables

- Handschuhscanner ▲
- Datenbrillen ▲
- Exo Skelett ▲

AUTONOME MOBILE ROBOTER UND COBOTS

- Selbstständig bewegen und agieren
- Erst autonom wenn Energieversorgung auch unabhängig ist

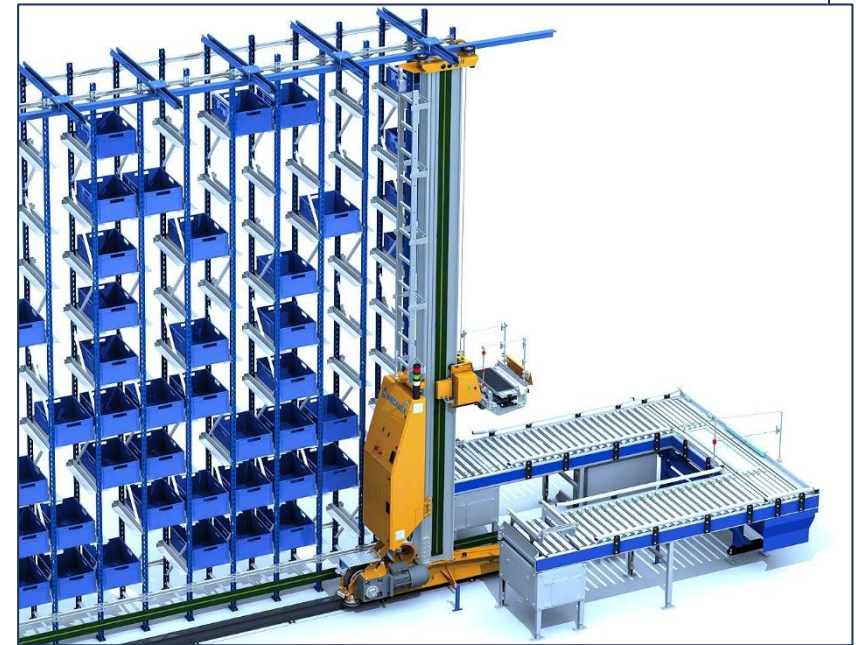


- Der Begriff "kollaborativer Roboter" ist gemeinhin als **Cobot** bekannt und bezieht sich auf eine Partnerschaft zwischen einem Roboter und einem Menschen.
- Der Cobot ermöglicht nicht nur den physischen Kontakt zwischen einem Roboter und einem Menschen an derselben Tätigkeit zu ermöglichen, ist der Cobot benutzerfreundlich gestaltet.
- Er ermöglicht es dem Bediener, sofort auf die vom Roboter ausgeführten Arbeiten zu reagieren, wenn das Unternehmen dringende Bedürfnisse hat.
- Cobots werden häufig eingesetzt in verschiedenen Branchen wie Biowissenschaften, Automobilbau, Fertigung, Elektronik, Luft- und Raumfahrt, Verpackung, Kunststoff und Gesundheitswesen.

Quelle: vgl. Javaid et.al. (2022): Significant applications of Cobots in the field of manufacturing, in: Cognitive Robotics2, S. 222.

AUTOMATED STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM (AS/RS)

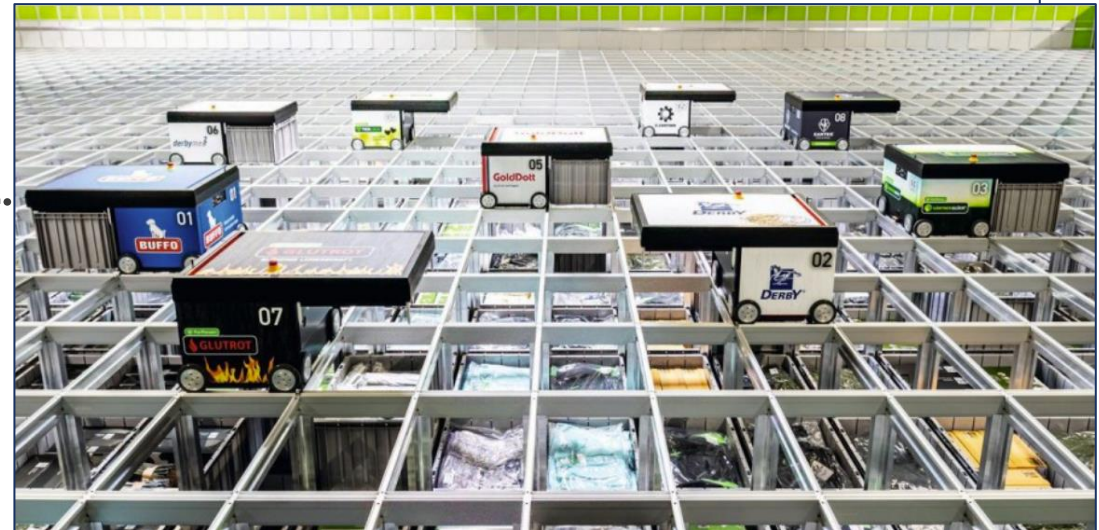
- Ein AS/RS ist definiert als ein Lager, das aus unabhängigen Lagerbereichen oder Regalen besteht, die von automatischen Maschinen bedient werden, um die Ein- und Auslagerungsvorgänge ohne menschliches Eingreifen und/oder Überwachung durchführen können.
- Im Vergleich zu manuellen Lagern bieten Regalbedien-
geräte unbestreitbare Vorteile:
 - Einsparung manueller Tätigkeiten,
 - bessere Handhabungsmöglichkeiten und Lagerkapazitäten,
 - erhöhte Sicherheit,
 - weniger Fehler bei der Einlagerung und
 - weniger Schäden an gelagerten Einheiten



Quelle: vgl. Roodbergen, K. J., & Vis, I. F. (2009). A survey of literature on automated storage and retrieval systems. *European Journal of Operational Research*, 194(2), 343–362.

AUTOMATISIERTE (KLEINTEILE-)LAGERLÖSUNGEN AUTOSTORE

- Modular aufgebaut, basiert auf genormten Kunststoffboxen (Bins), die innerhalb einer Rasterkonstruktion (Grid) gestapelt werden.
- Per Scan erfasste Waren werden autonom auf Anforderung zur Oberseite des Grids befördert.
- Dort warten hochmobile Roboter, die die Behälter entgegennehmen und für die Weiterleitung der Artikel an den Kommissionierplatz sorgen.
- Statt Einzelteile händisch aus den Regalen zu nehmen und sich von einer Lokation zur nächsten zu bewegen, landet die Ware direkt auf dem Paktisch (Ware zu Mann).



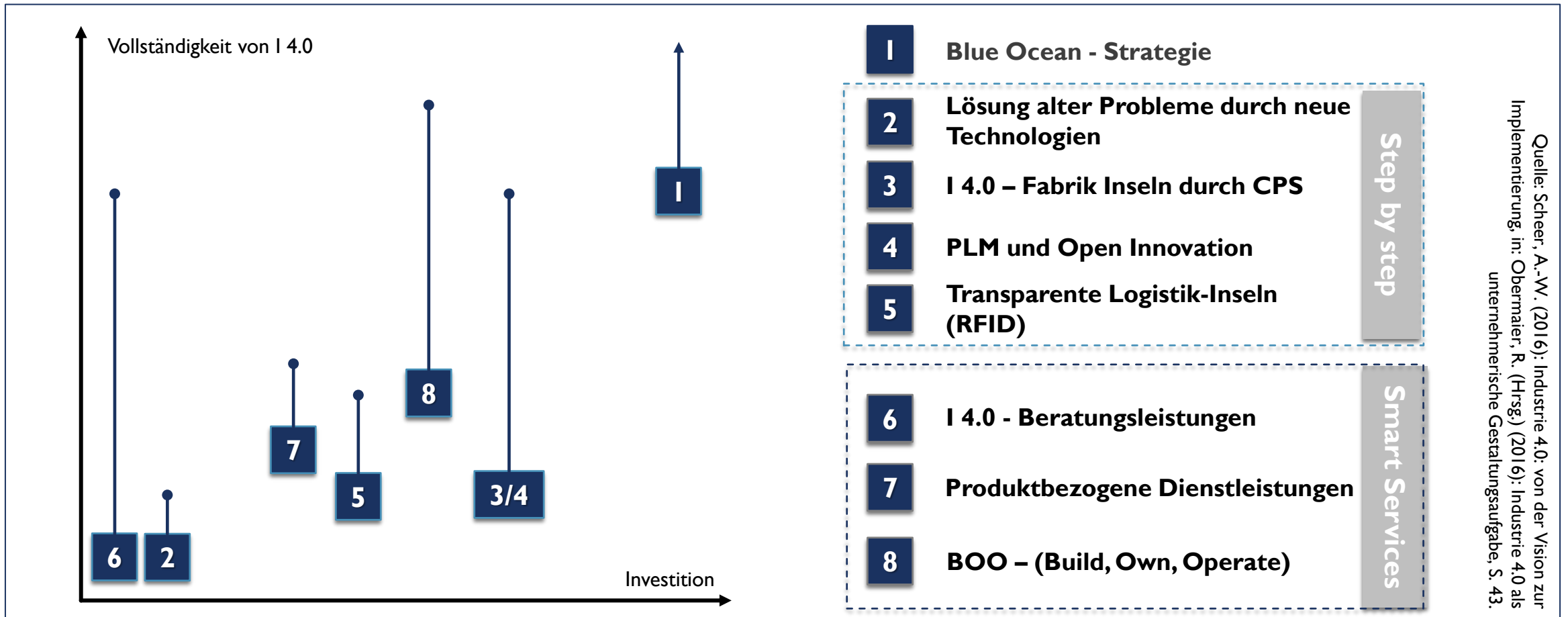
Quelle: Kasper, Ch. (2022): Optimierte Kleinteilelösungen, in: Zeitschrift "Technische-Logistik - Hebezeuge Fördermittel", HUSS-MEDIEN GmbH.

SMART WAREHOUSE

IMPLEMENTIERUNGS-
STRATEGIEN

MAG. WOLFGANG LEITNER
PROFESSUR FÜR LOGISTIK & FERTIGUNGSWIRTSCHAFT
STUDIENBEREICH WIRTSCHAFT UND MANAGEMENT

DIGITALE IMPLEMENTIERUNGSSTRATEGIEN



Quelle: Scheer, A.-W. (2016): Industrie 4.0: von der Vision zur Implementierung, in: Obermaier, R. (Hrsg.) (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, S. 43.

"Es ist nicht zu wenig Zeit, die wir haben, sondern
es ist zu viel Zeit, die wir nicht nutzen."

Lucius Annaeus Seneca

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT
SMART WAREHOUSE UND LOGISTIK 4.0