



Industrial Internet of Things

Industrie 4.0



Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Prozesse und Systeme

Universität Potsdam



Chair of Business Informatics
Processes and Systems

University of Potsdam

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gronau
Lehrstuhlinhaber | Chairholder

August-Bebel-Str. 89 | 14482 Potsdam | Germany

Tel +49 331 977 3322

Fax +49 331 977 3406

E-Mail ngronau@lswi.de

Web lswi.de

Lernziele

1. Erklären Sie kurz, aus welchen Komponenten ein cyber-physisches System besteht und wie die Komponenten zusammenwirken.
2. Welche Fähigkeiten besitzt ein CPS? Welche Elemente in der Produktion können als CPS aufgefasst werden?
3. Nennen Sie die drei wesensbestimmenden Merkmale von Industrie 4.0!
4. Was ist ein Reifegradmodell? Nennen Sie Ihnen bekannte Reifegradmodelle für die Industrie 4.0!
5. Welches sind die Wirkgrößen, die bei Industrie 4.0- und IoT-Projekten beachtet werden müssen?



Der Begriff Industrie 4.0

Treiber und Hemmnisse

Reifegradmodelle

Wirkung von Industrie 4.0

Vorgehensmodell zur Einführung von Industrie 4.0

Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 in Potsdam

„Industrie 4.0 ist ein Heilmittel für das viele Suchen und Warten, das Unternehmen nicht in ihren Prozessen haben. Der Einsteig in das Thema gelingt also am besten, indem man ganz pragmatisch überlegt, wo am meisten nach Informationen gesucht oder auf Input gewartet wird“, sagt Prof. Günther Schuh.

Industrie 4.0

Suchen und Finden

Auf gut Glück!

Seit wann sind
Barcodes
Industrie 4.0?

Achse J2 - Schließmechanik rechts

Servomotor TPMA 0045-001M



powered by WITTENSTEIN

Achse J3 - Laufwagen horizontal links

Servomotor TPMA 0105-001M



Achse J4 - Schließmechanik links

Servomotor TPMA 0045-001M



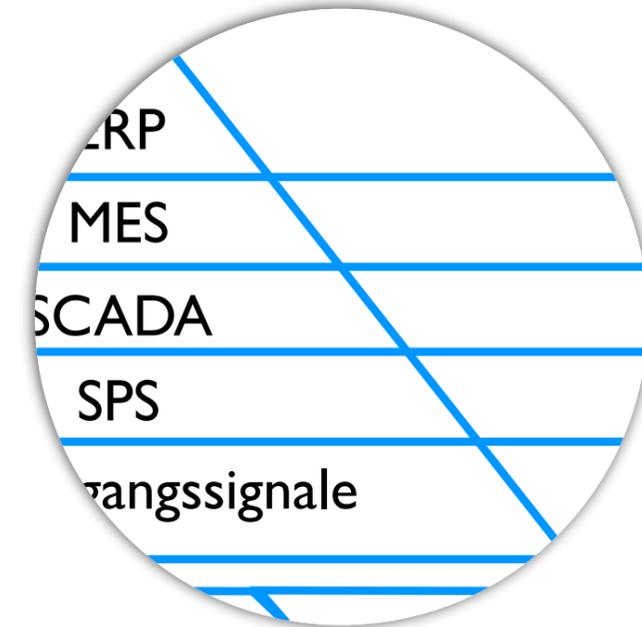
Was ist Industrie 4.0 nicht?



Menschenleere
Fabrik



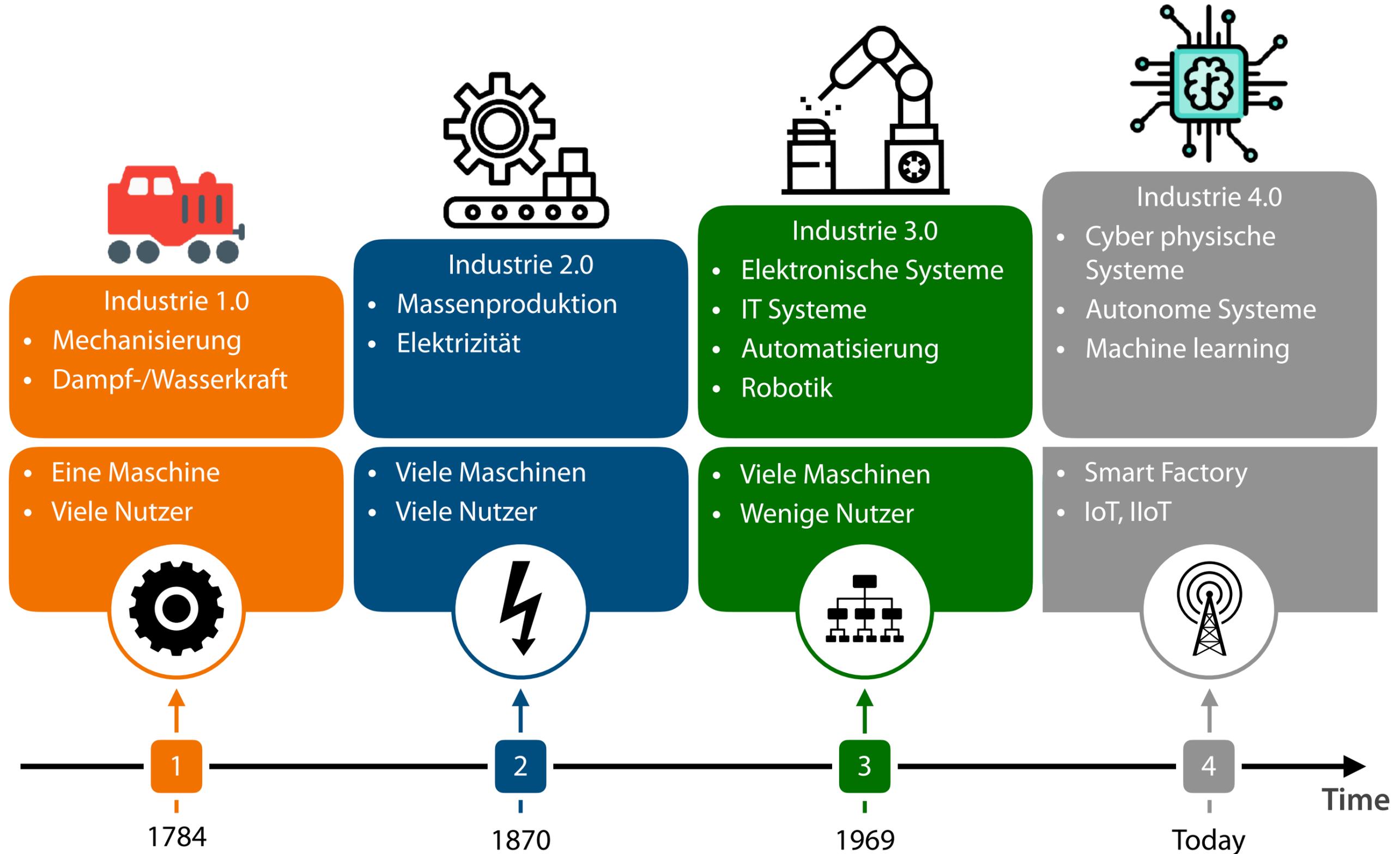
Fortsetzung
alter Konzepte



Top-down
getrieben

Die Industriellen Revolutionen

Transformation von Industrien und Innovationschübe



Industrie 1.0



https://industrie-wegweiser.de/wp-content/uploads/2014/10/loom-581071_640.jpg

- Mechanisierung mit Dampfkraft
- Erste Produktionsanlagen
=> Textilindustrie, Schwerindustrie

Industrie 2.0

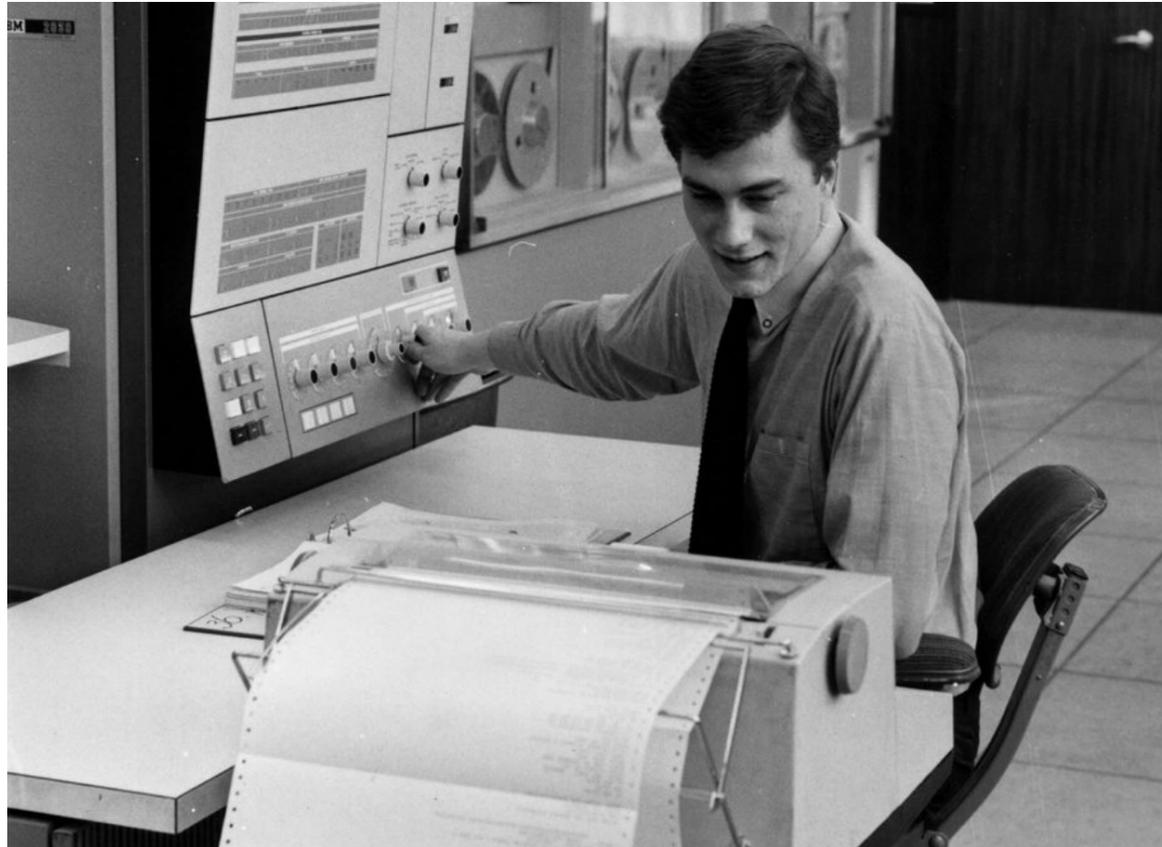


https://www.planet-wissen.de/gesellschaft/wirtschaft/industrialisierung_in_deutschland/pwiedasflussbandeinerfolgsgeschichte100.html

- Elektrizität
- Massenproduktion mit Fließband
=> Auto Industrie

Elektrizität und das Fließband starteten die Erfolgsgeschichte der Autoindustrie

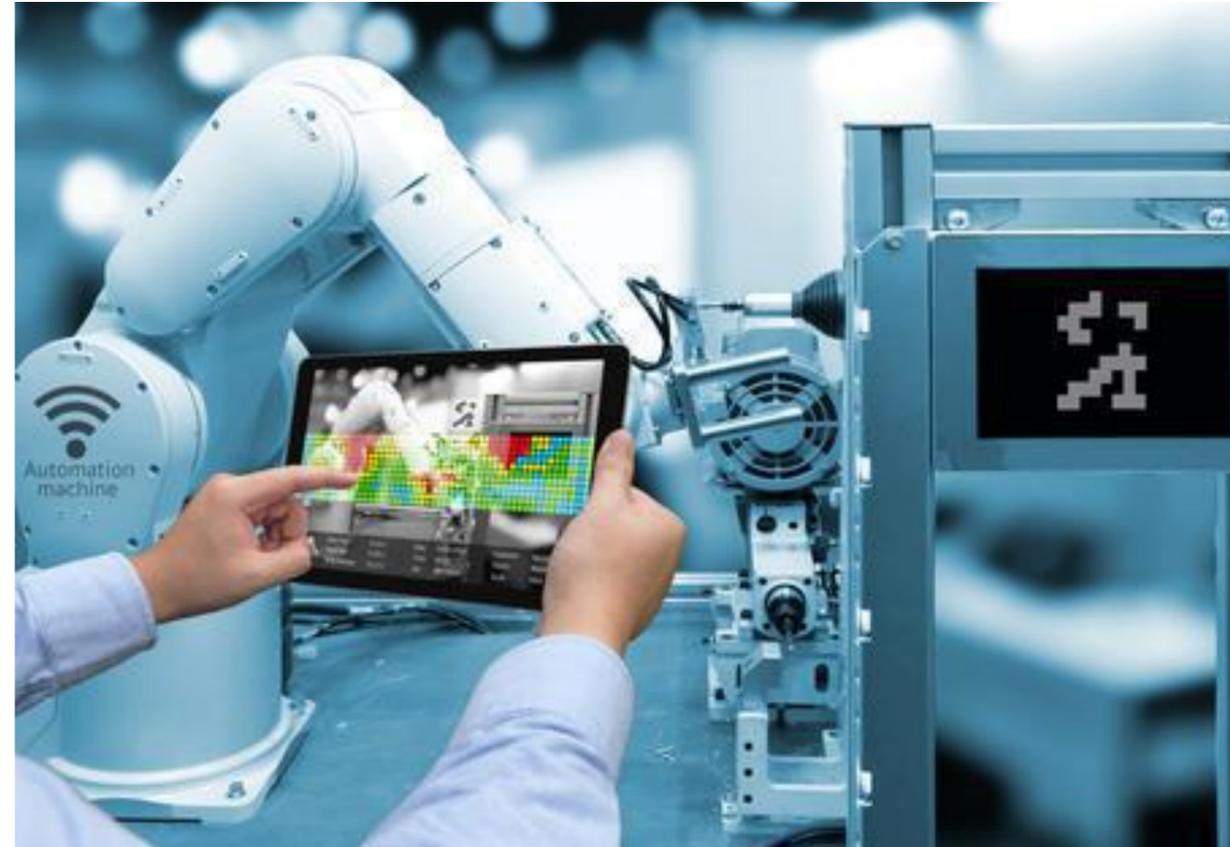
Industrie 3.0



<https://www.spiegel.de/fotostrecke/von-der-industrie-1-0-bis-4-0-fotostrecke-125537.html>

- Computertechnologie
- Automatisierung durch Elektronik
- IT Durchdringung in der Produktion

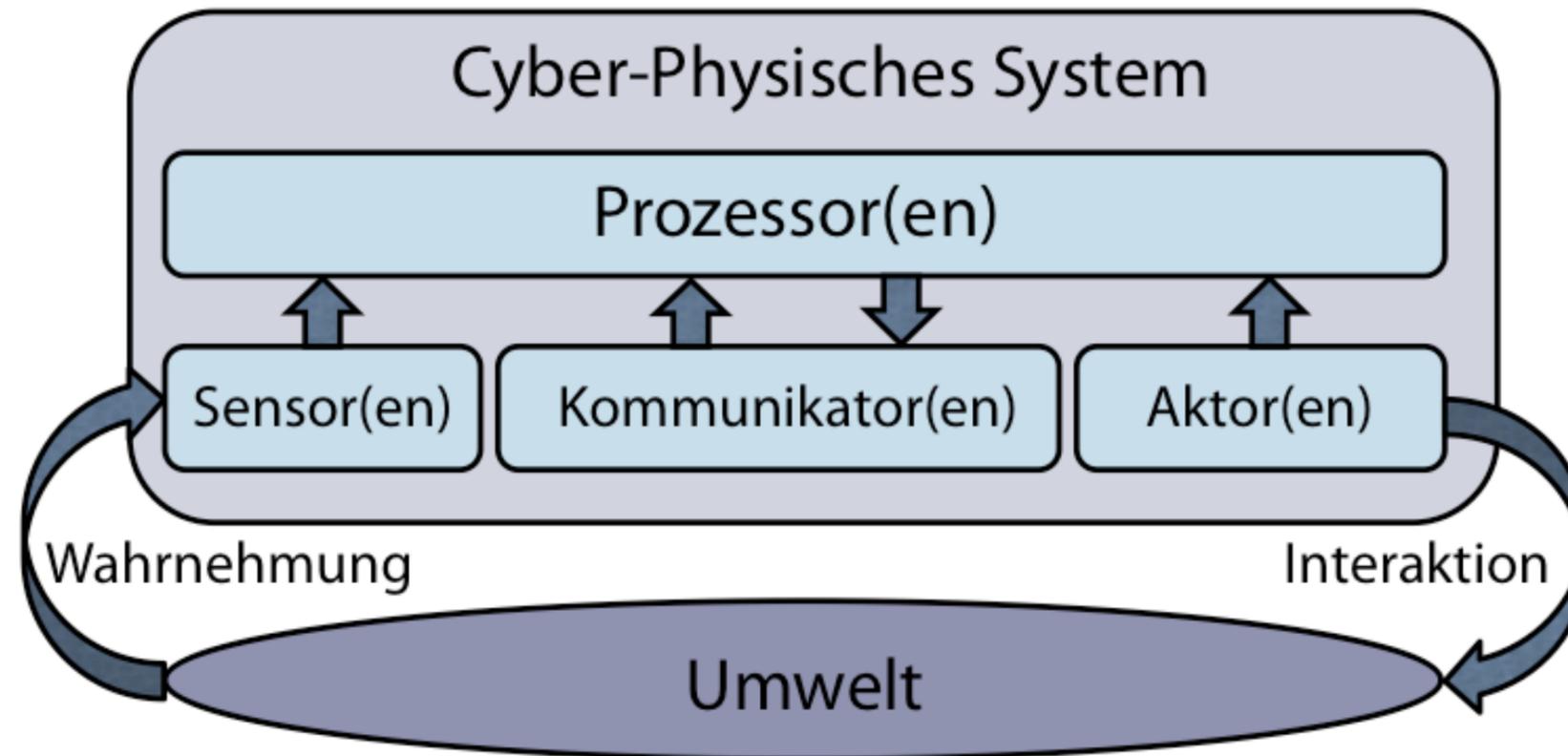
Industrie 4.0



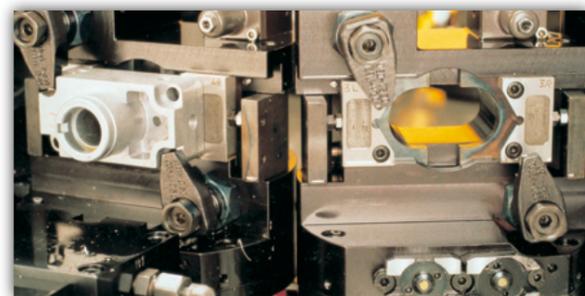
<https://www.invest-in-bavaria.com/blog/beitrag/produktion-40-in-bayern-starke-industrie-dank-digitalisierung.html>

- Vernetzung, Kommunikation, Information
- Datenaustausch zwischen Maschinen (IoT)
- Kundenindividuelle Produkte zu Bedingungen der Massenproduktion

Cyber-physische Systeme



Maschine



Werkstück



Menschen

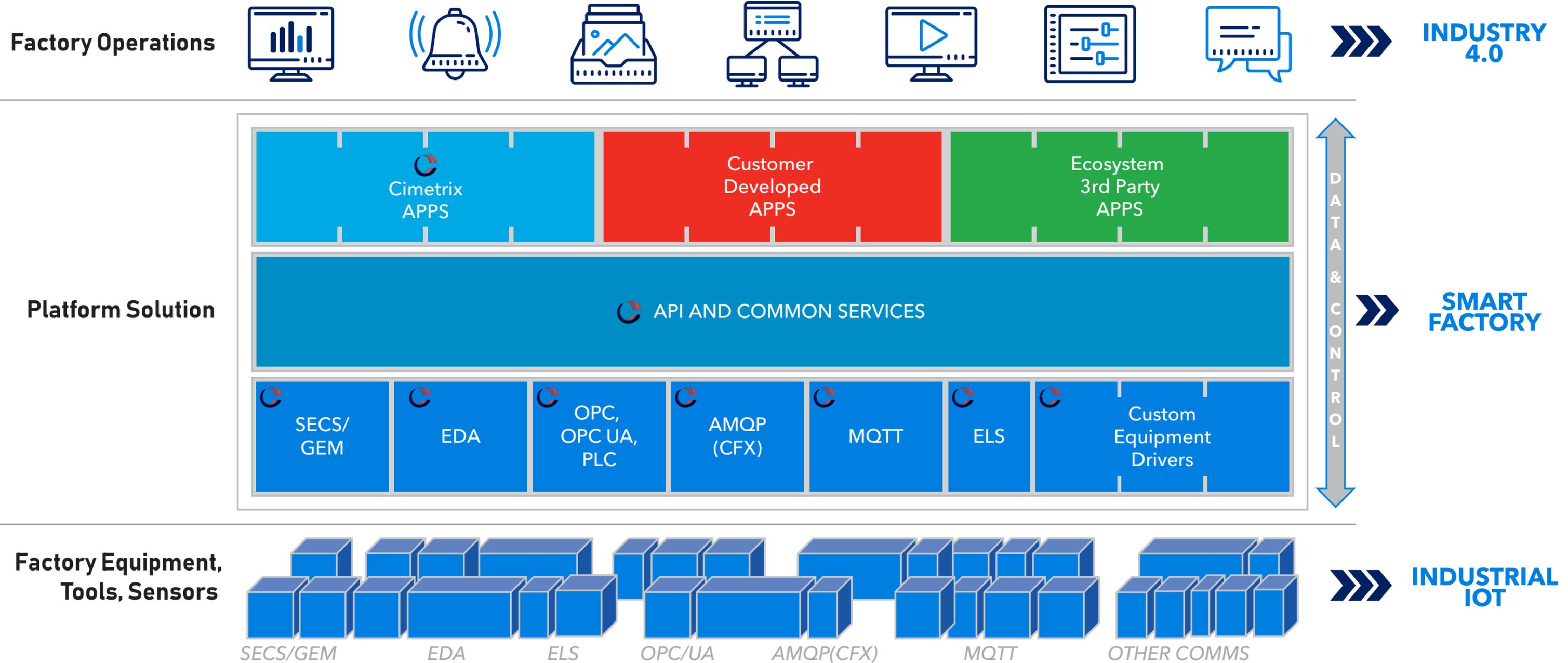


Ladungs-
träger



Fördermittel

Abgrenzung Smart Factory, I40, IoT



„Vision ist die selbstorganisierte Fabrik, in der intelligente und teilautonome Objekte interagieren und es gelingt, die zunehmende Individualisierung der Produkte mit den Vorteilen von Großserienproduktion zu verbinden (Mass Customization).“

- ★ Intelligentes Objekt
- ★ Teilautonomes Objekt
- ★ Individualisiertes Produkt
- ★ Dezentrale Steuerung



Der Begriff Industrie 4.0

Treiber und Hemmnisse

Reifegradmodelle

Wirkung von Industrie 4.0

Vorgehensmodell zur Einführung von Industrie 4.0

Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 in Potsdam



mehr Daten



bessere Algorithmen



weltweite Vernetzung

höhere Geschwindigkeit (Realtime)

Hindernisse bei Anbietern von Industrie 4.0-Technologien

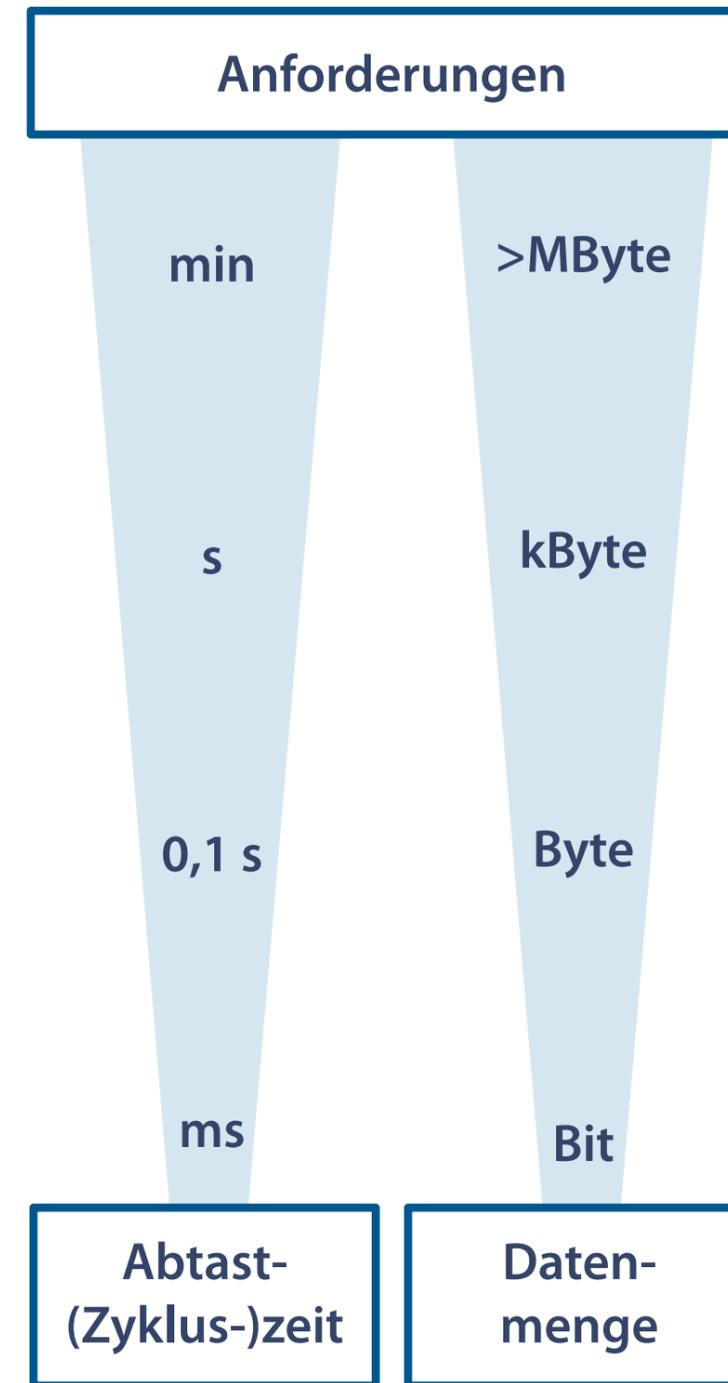
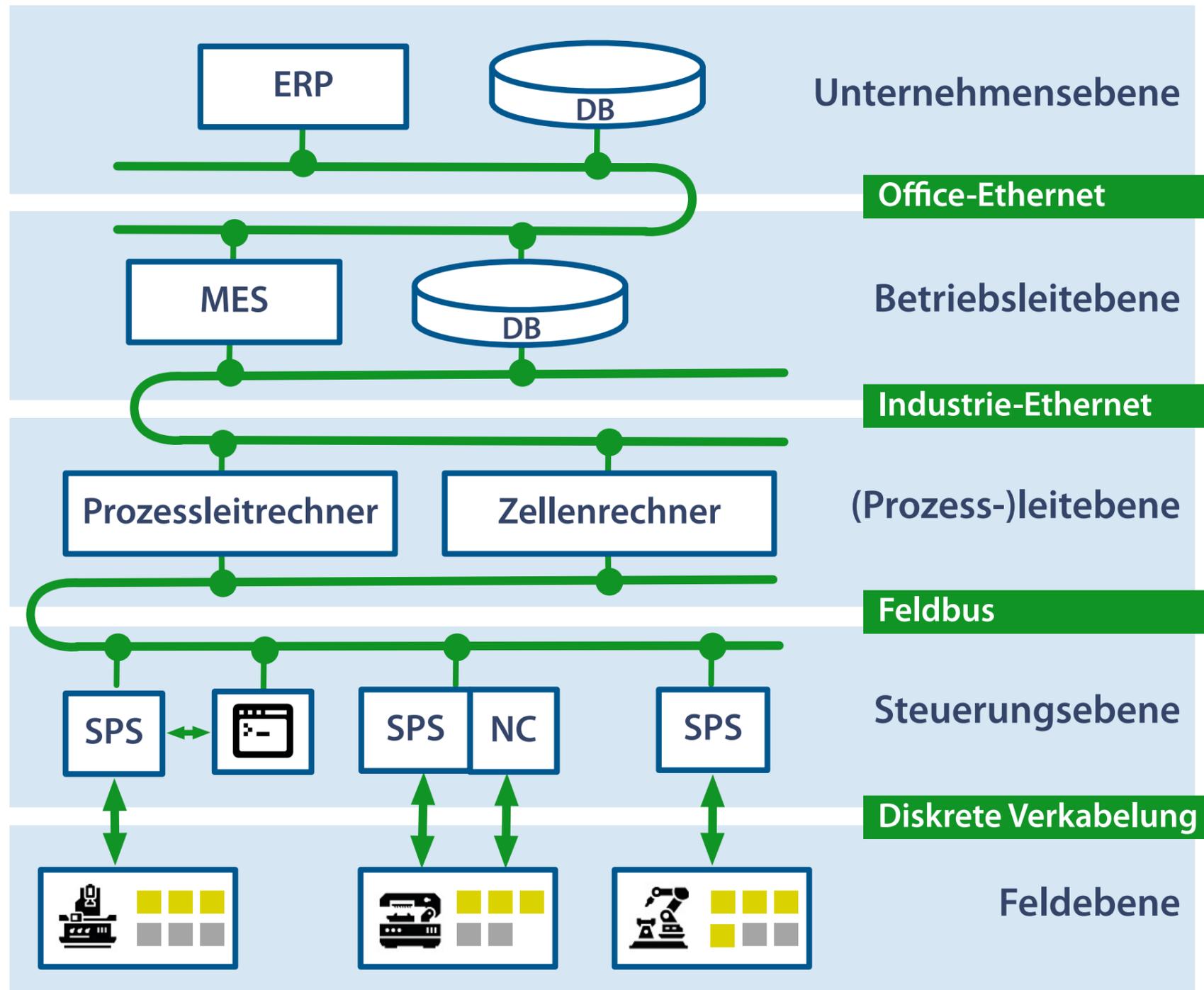
1: Mangelnde Langfristorientierung

- Erst den Begriff verkaufen und die Lösung dann später entwickeln
- Auf Kostendruck mit Kostensteigerung antworten
- Immer den Blick auf das Quartalsende

2: Egoismus

- Zu wenig Interesse an der Entwicklung von Standards
- Schwerfälligkeit bei Kooperationen
- Eigener Nutzen vor Kundennutzen

Hindernis 3: Architektur



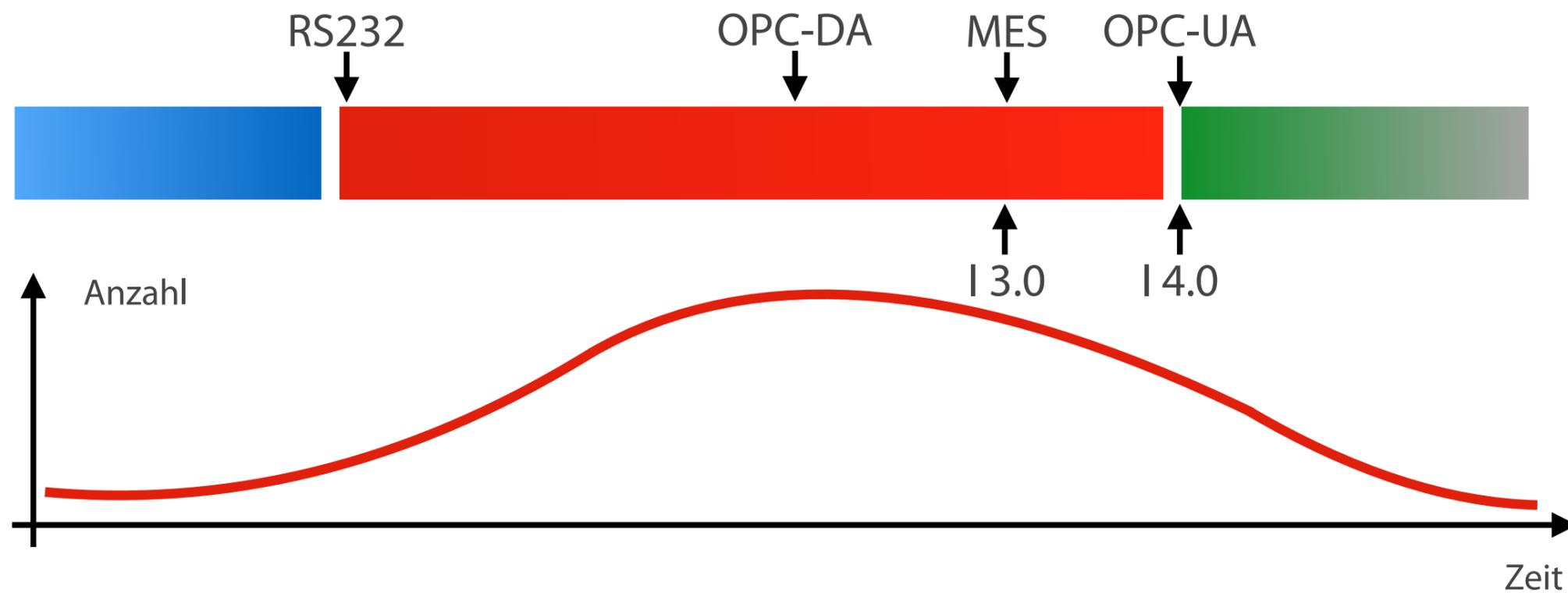
- Echtzeitfähigkeit für herkömmliche ERP/MES?
- Massive DV-Fähigkeit für die Automatisierungsebene?

■ Kommunikationsinfrastruktur ■ Aktor ■ Sensor

Herausforderung Brownfield

I4.0-Implementierung in Bestandssystemen

- Viele Generationen an Subsystemen
- Zoo von Schnittstellen und Adaptoren
- Proprietäre Dateninseln
- Workflows mit viel Papier
- OPC-UA: Open Platform Communications - Unified Architecture
- OPC-DA: Open Platform Communications - Data Access



Die Implementierung von I4.0 muss unter Verwendung vorhandener Systeme und Anlagen erfolgen.



Der Begriff Industrie 4.0

Treiber und Hemmnisse

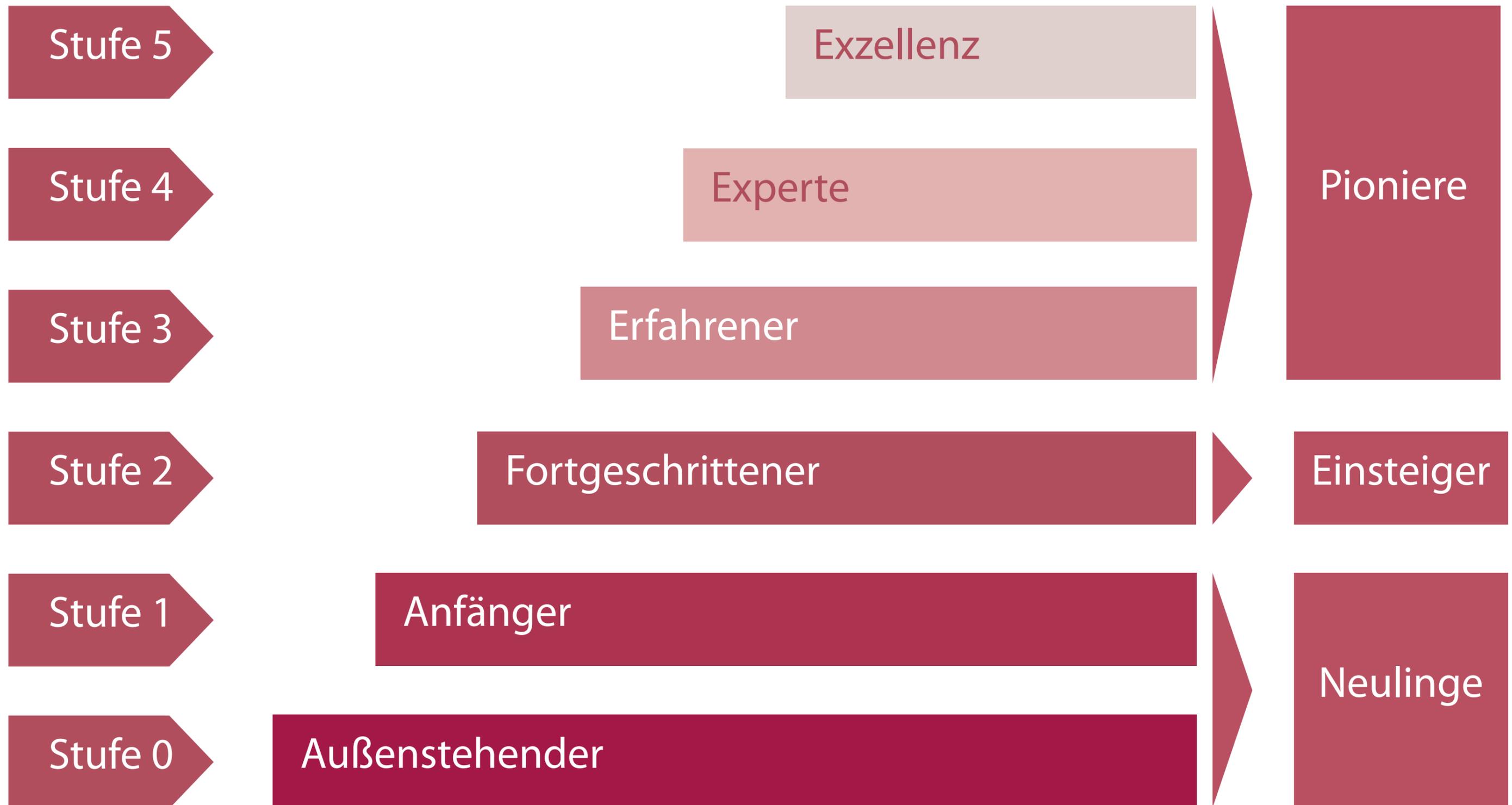
Reifegradmodelle

Wirkung von Industrie 4.0

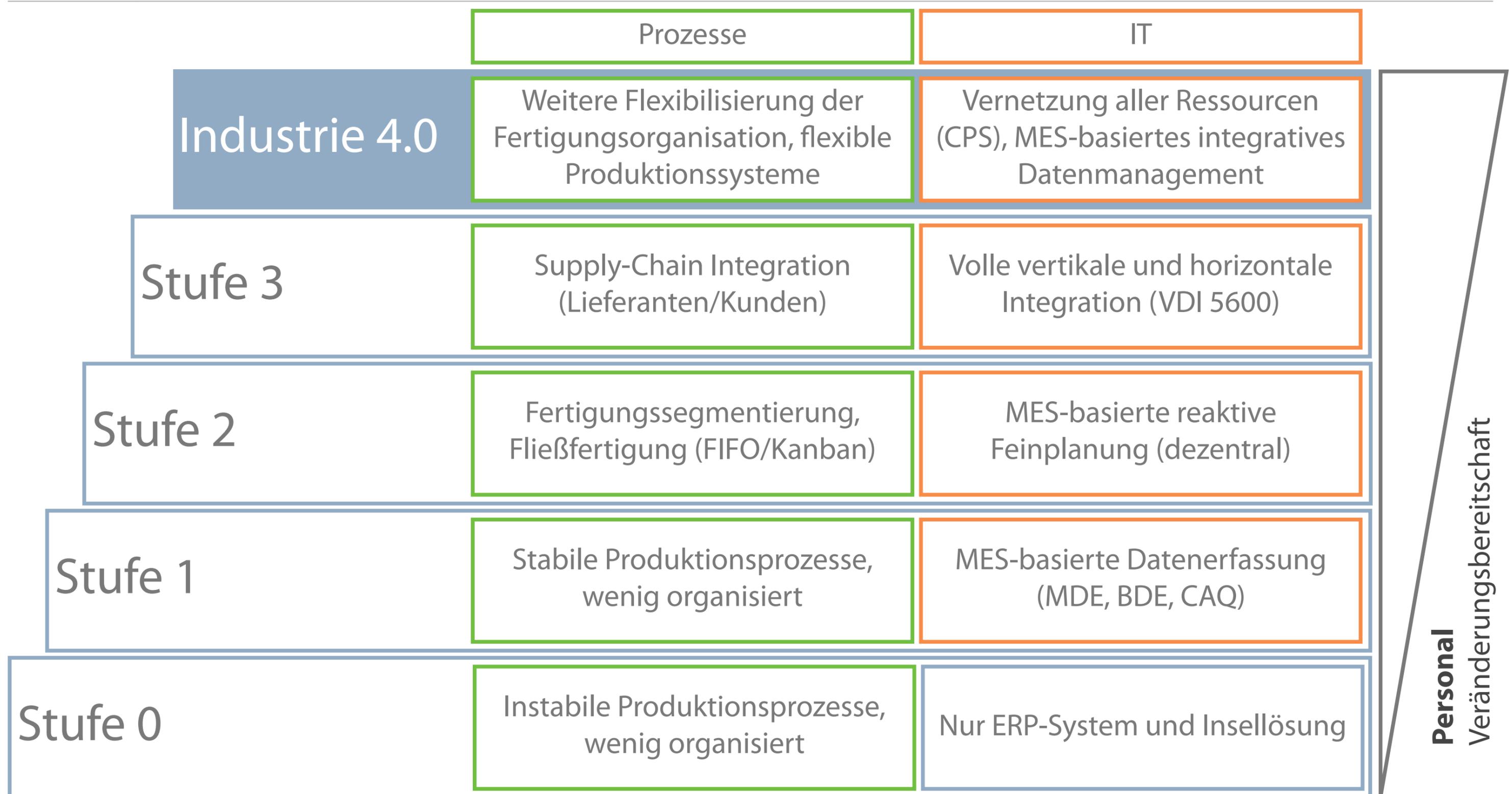
Vorgehensmodell zur Einführung von Industrie 4.0

Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 in Potsdam

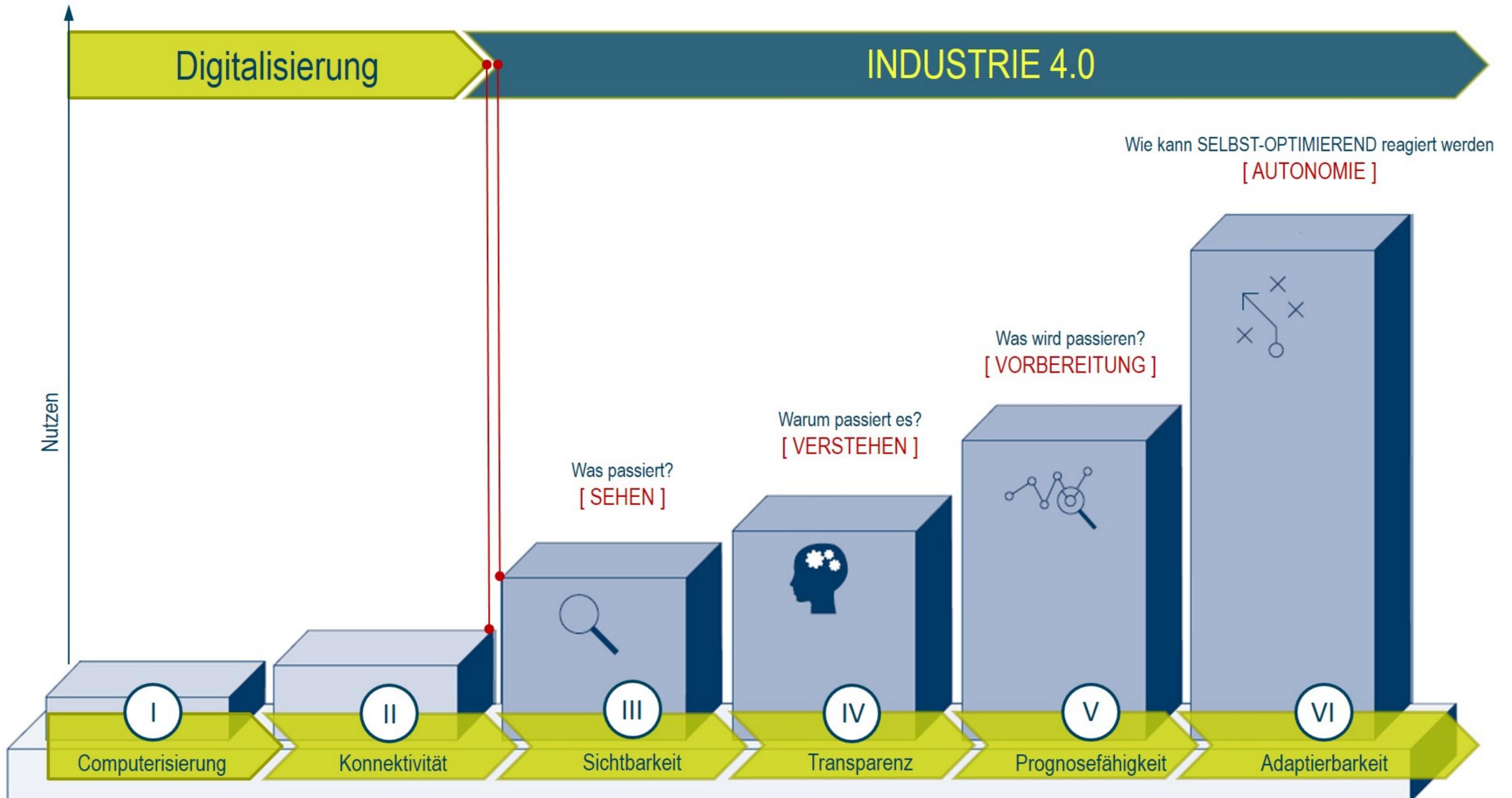
Industrie 4.0 Readiness-Index



In vier Stufen zur Industrie 4.0



Maturity-Index des FIR



Stufen des INDUSTRIE 4.0-Entwicklungspfad (in Anlehnung an eine Grafik des FIR e.V. / RWTH AACHEN)



Der Begriff Industrie 4.0

Treiber und Hemmnisse

Reifegradmodelle

Wirkung von Industrie 4.0

Vorgehensmodell zur Einführung von Industrie 4.0

Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 in Potsdam

Wirkung von Internet of Things und Industry 4.0 auf Geschäftsprozesse

Direkter Informationsaustausch

Autonomes Verhalten

Sehr schnelle Anpassungsfähigkeit

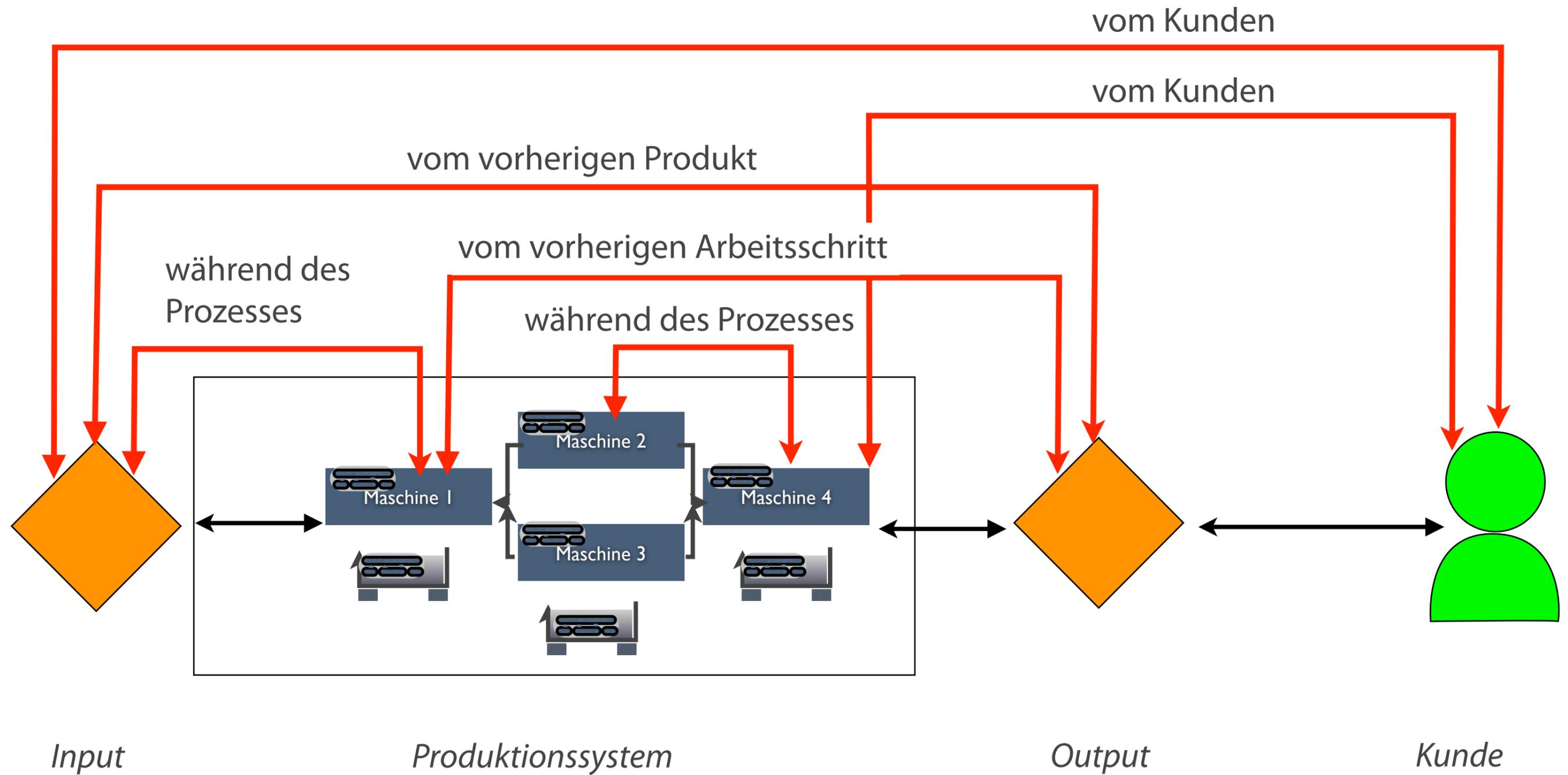
Sehr hohe Awareness

Unmittelbarer Zugriff

Kilowattstunden



Mit cyber-physischen Systemen mögliche Rückkopplungen



Einflussbereiche



Diese Einflussbereiche werden die vier Wirkkräfte von Industrie 4.0 genannt.



Der Begriff Industrie 4.0

Treiber und Hemmnisse

Reifegradmodelle

Wirkung von Industrie 4.0

Vorgehensmodell zur Einführung von Industrie 4.0

Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 in Potsdam

Vorgehensmodell zur Identifikation möglicher Vorteile von Industrie 4.0



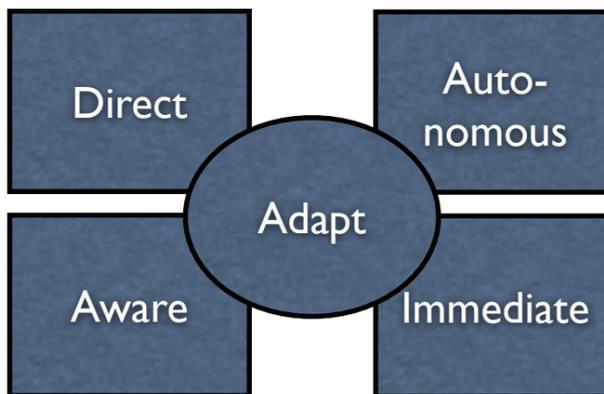
Dabei müssen alle Wertschöpfungsprozesse betrachtet werden.

Die Schritte des Vorgehensmodells



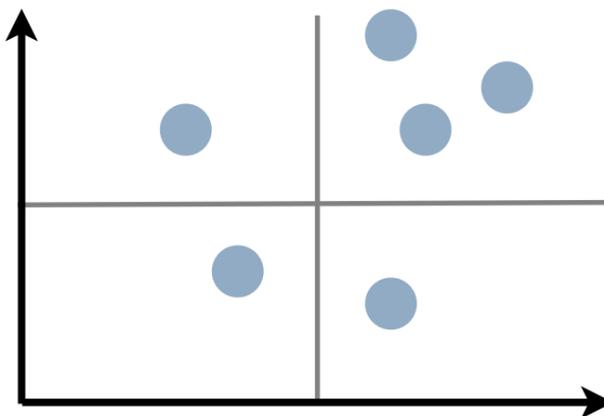
Identifikation von Treibern des Geschäfts

- Marktkräfte
- Turbulenzanalyse
- Rahmenbedingungen



Ideengenerierung

- Leitmotive als Ideengeber
- Progressive Abstraktion
- Betrachtung jedes Prozesselements



Evaluierung

- Beurteilung der Ideen
- Identifikation von Abhängigkeiten
- Ausformulierung des Maßnahmenplans

Beispiel aus der Konsumgüterindustrie

Prozess

Bins observe consumption

Flexible material procurement

Faster product ramp-up

New storage organization

Produkt

Personal scent

Individual wrapping

Individual components

Stain recognition

Markt

Communication between machine and detergent

Individual dosage depending on contamination

Personal detergent subscription

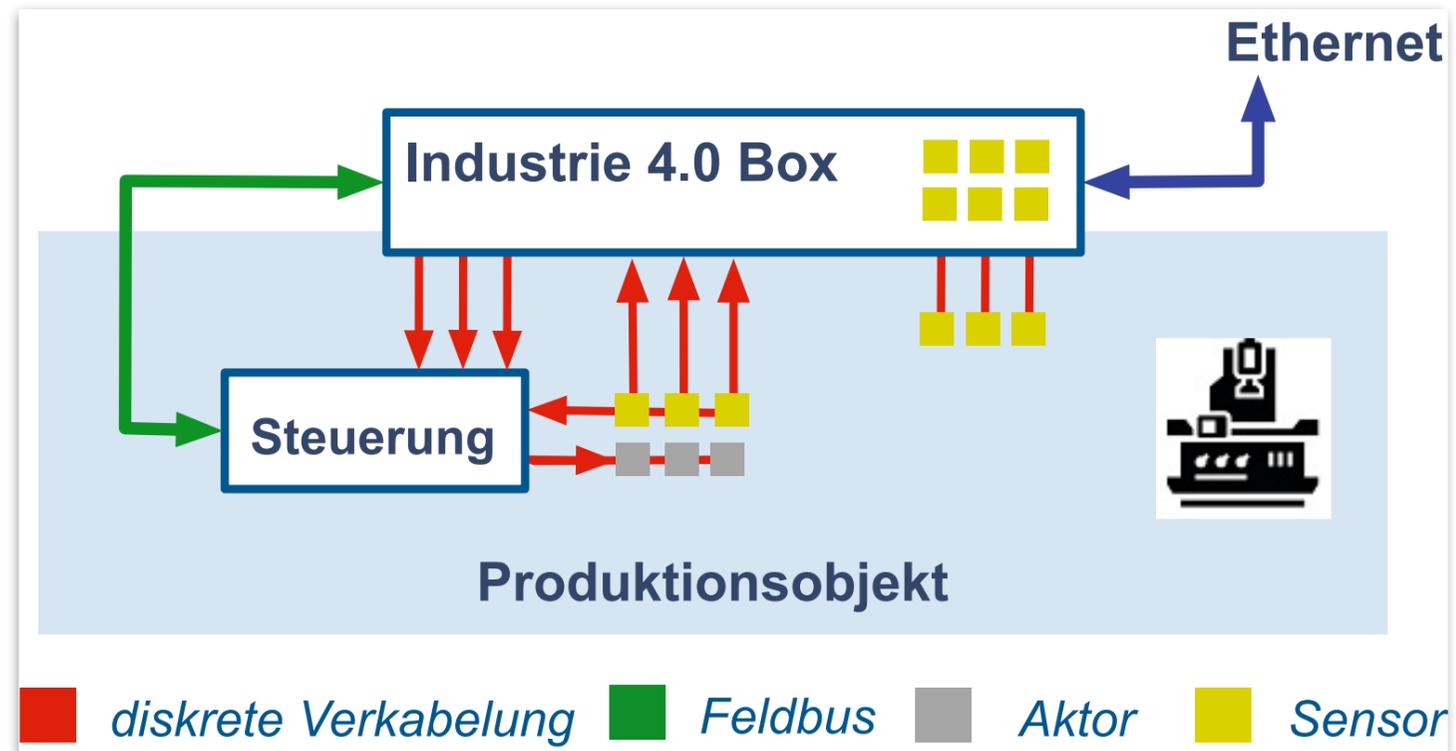
Mitarbeiter

Individual employee work plan

Competency-based worker-machine allocation

Industrie 4.0 mit Bestandssystemen

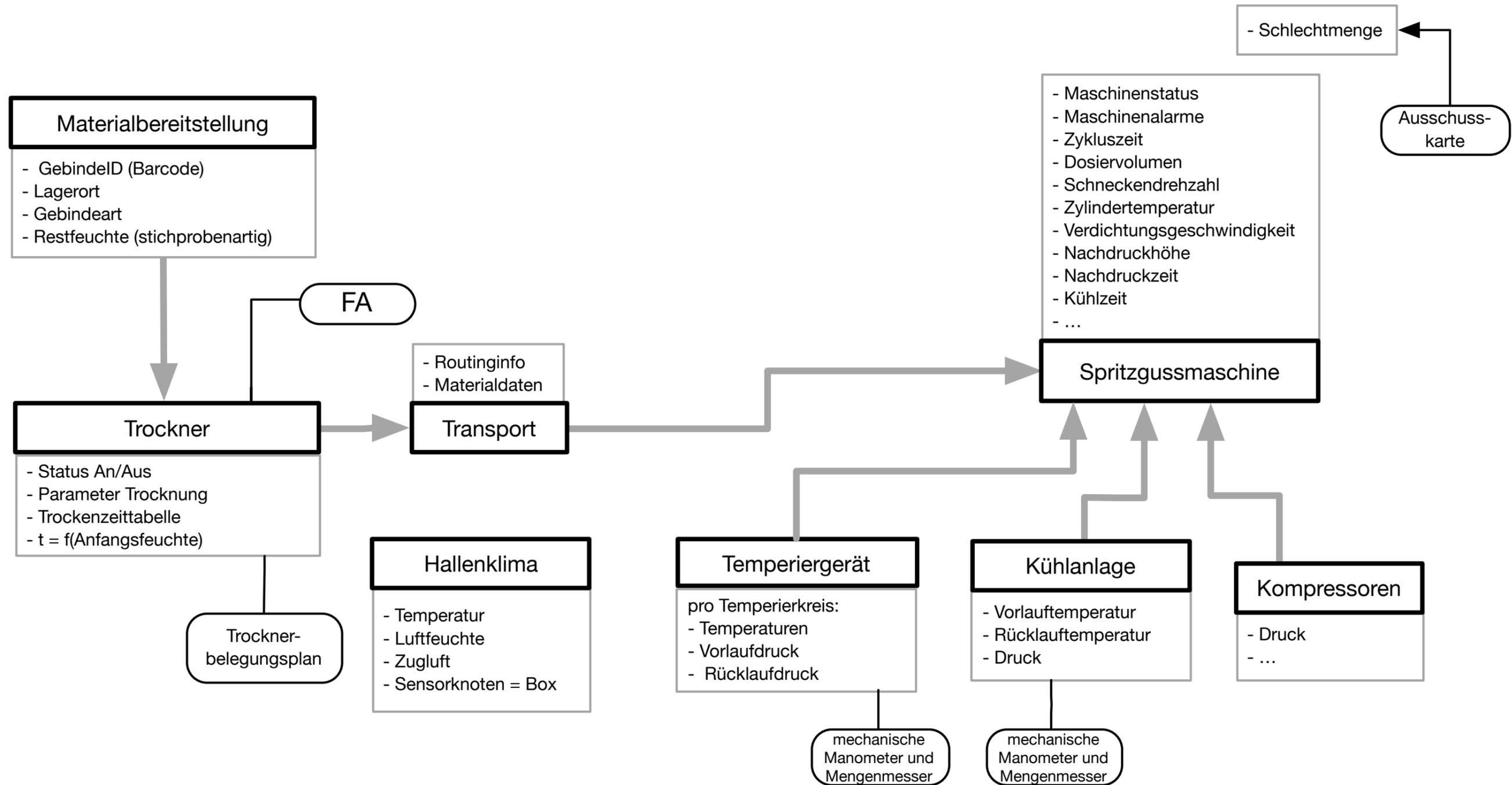
I4.0 Box des Forschungs- und Anwendungszentrums I4.0



- Grundlage ist RaspberryPi als flexibles Rechensystem
- IO-Platine zum bedarfsgerechten Anschluss diverser Aktorik und Sensorik (z.B. 24V-basierte Industriekomponenten)

Die CPS-Befähigung der Produktionsobjekte geschieht durch Ergänzung bestehender Systeme (Retrofit).

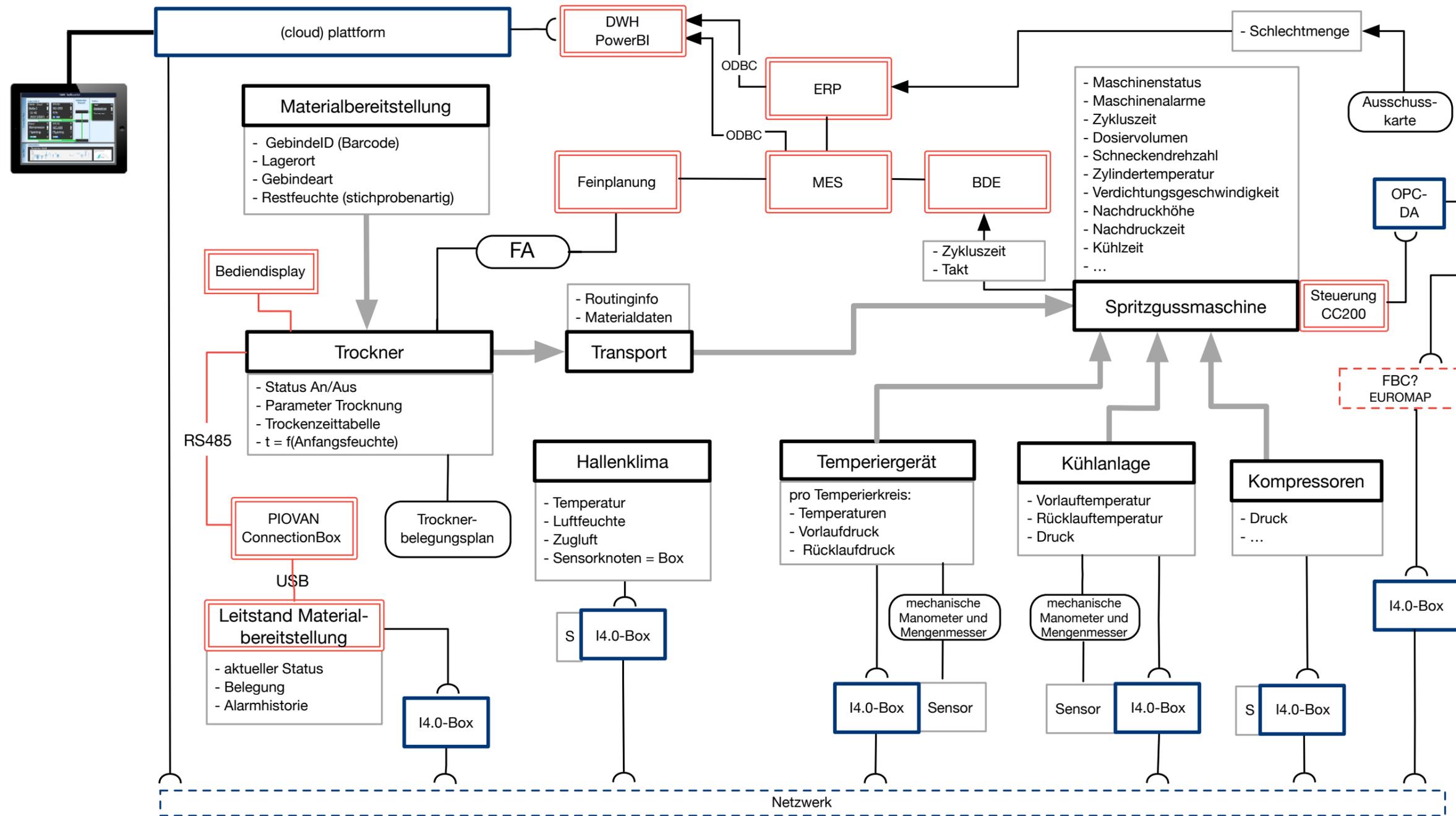
Anwendungsfall: Ganzheitliches Monitoring im Spritzguss Prozess



FA: Fertigungsauftrag

Retrofit mit der I4.0-Box

Beispiel Ganzheitliches Monitoring im Spritzguss



FA: Fertigungsauftrag
 ERP: Enterprise Resource Planing System
 MES: Manufacturing Execution System

BDE: Betriebsdatenerfassung
 ODBC: Open Database Connectivity
 DWH: Data Warehouse

Visualisierung; Mobiles Dashboard





Der Begriff Industrie 4.0

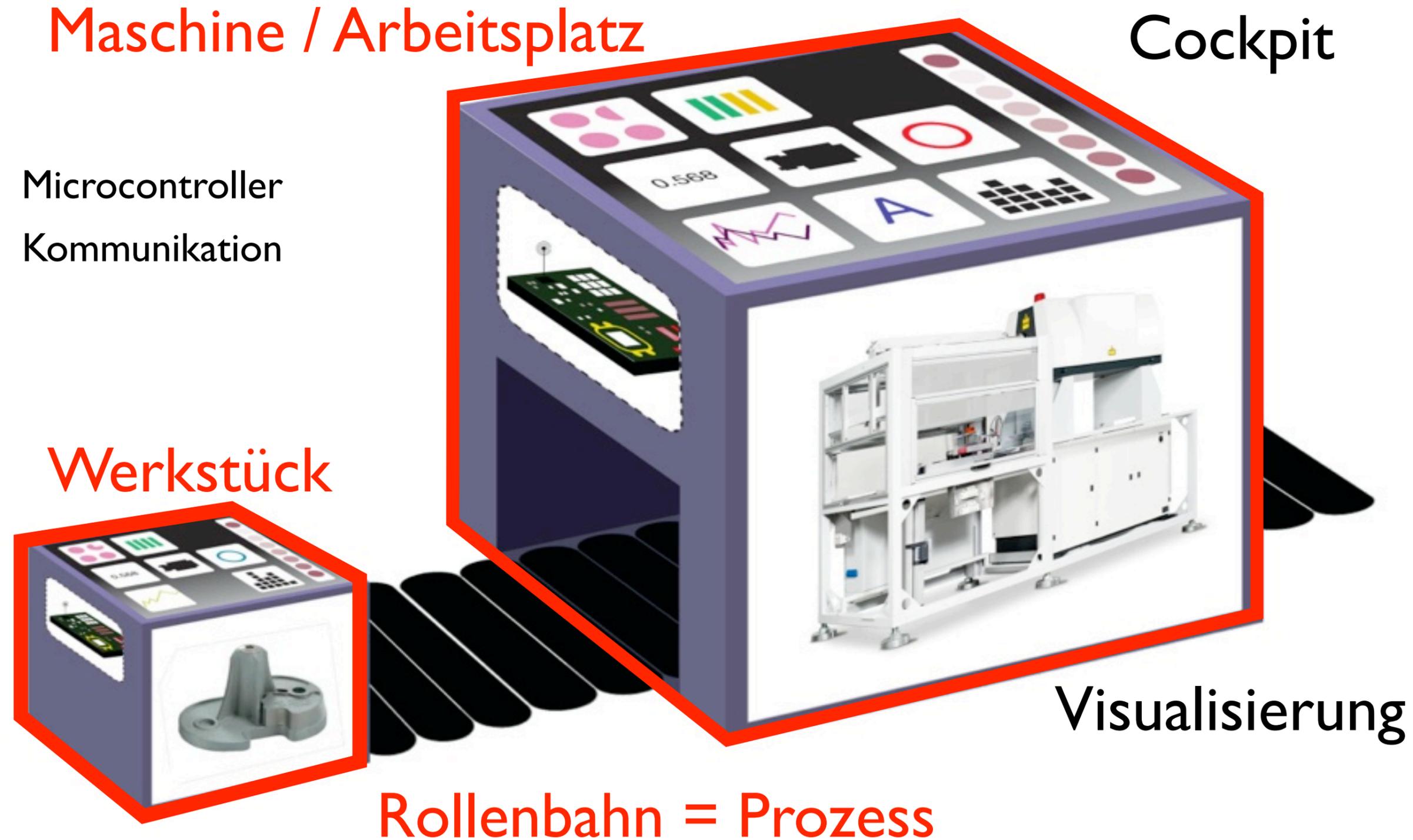
Treiber und Hemmnisse

Reifegradmodelle

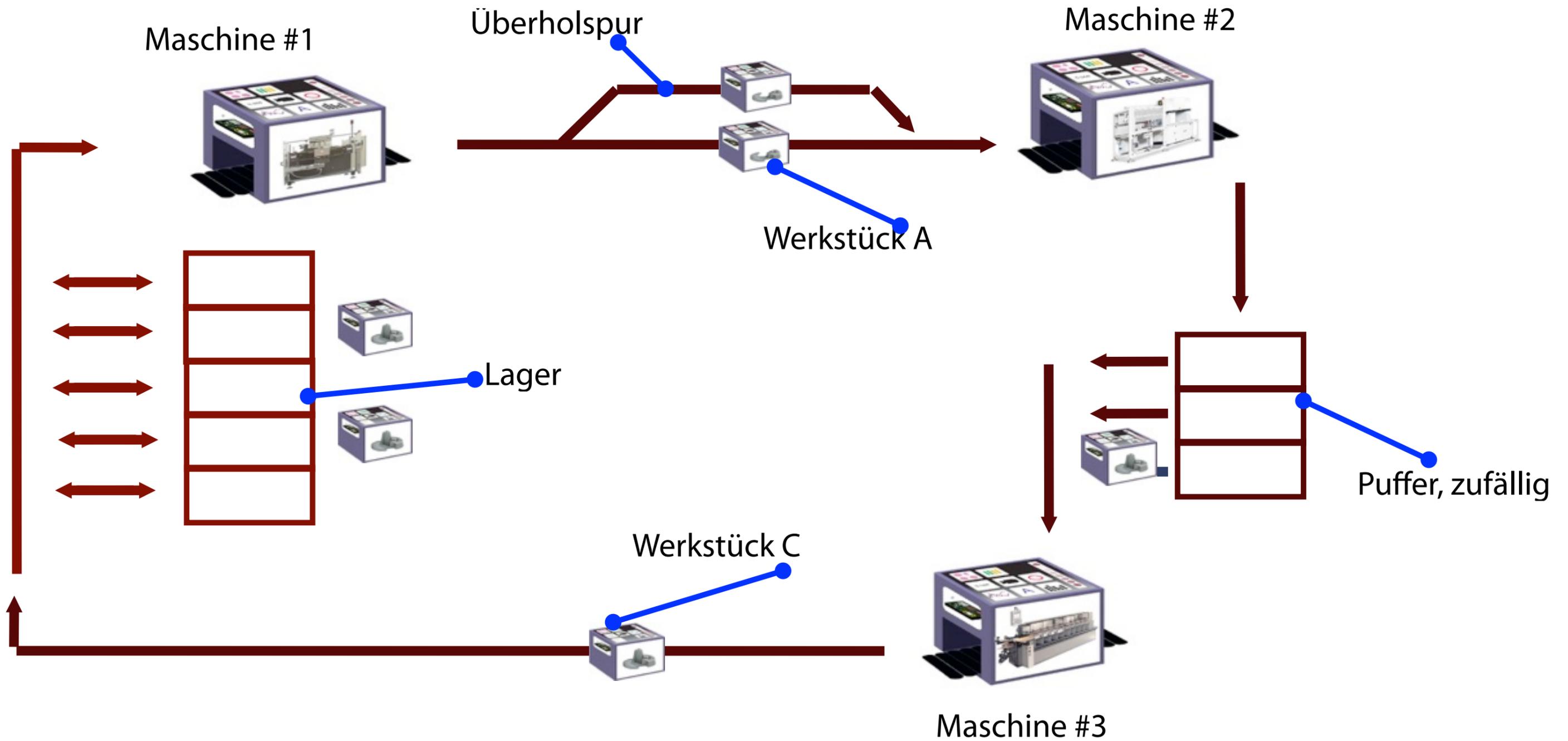
Wirkung von Industrie 4.0

Vorgehensmodell zur Einführung von Industrie 4.0

Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 in Potsdam



Variable Relationen

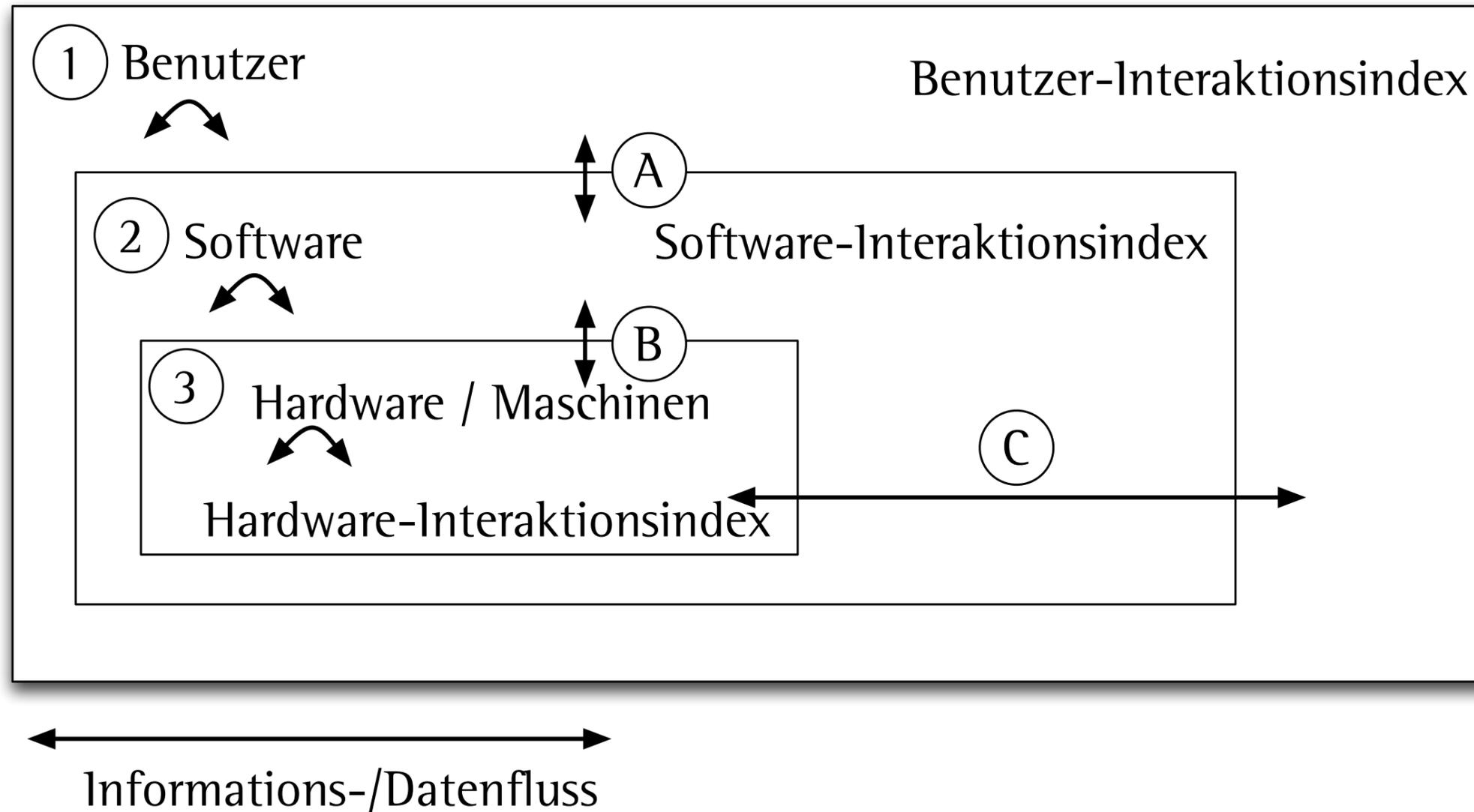


Mögliche Untersuchungen (Auswahl)

- Push- oder Pull-Mechanismen
- Fertigungssteuerung durch MES oder ERP
- Passive oder aktive Teileidentifikation
- Anforderungen an Funkinfrastrukturen
- Einbindung der Werkzeugverwaltung
- Zuordnung von Ladungsträgern
- Geplante versus adaptive Instandhaltung

```
12:57:26,430 INFO DefaultListableBeanFactory:557 - Pre-instantiating singletons in
org.springframework.beans.factory.support.DefaultListableBeanFactory@14f2c
8b: defining beans [MachineAccess]; root of factory hierarchy
12:57:26,492 INFO ProcessEvaluationHandler:145 - Transport Job Started
12:57:56,335 INFO ProcessEvaluationHandler:155 - Transport Job stopped after seconds
1710
12:57:56,335 INFO IntelligentWorkingPieceProcessHandlerImpl:271 - Machine checken
12:57:57,630 INFO ServerUtil:279 - Lese aus DATEI: resource\Settings.properties Wert
false
12:57:57,630 INFO IntelligentConnectionHandler:98 - Display zu ende
12:57:57,755 INFO IntelligentWorkingPieceProcessHandlerImpl:313 - Maschine wird geladen
12:57:58,956 INFO ProcessEvaluationHandler:145 - Transport Job Started
12:58:00,204 INFO ProcessEvaluationHandler:155 - Transport Job stopped after seconds 0
12:58:00,204 INFO IntelligentWorkingPieceProcessHandlerImpl:358 - Träger wird gestartet
12:58:00,204 INFO ProcessEvaluationHandler:200 - Assembling started
12:58:01,577 INFO ProcessEvaluationHandler:210 - The Assembling stopped after seconds
-1
12:58:01,592 INFO ProcessEvaluationHandler:120 - Production Timer started
13:02:40,817 INFO ProcessEvaluationHandler:131 - Production Simulation stopped after
seconds: 1260
```

Welches Maß an Selbstorganisation ist nötig?



$$\text{Autonomy Index } AI = \frac{DE_{\text{aut}}}{DE_{\text{all}}} = \frac{\sum_{z \in Z} \sum_{j=1}^m D_{zxj} + \sum_{i=1}^n D_{xxi}}{\left(\sum_{z \in Z} \sum_{j=1}^m D_{zxj} + \sum_{i=1}^n D_{xxi} \right) + \left(\sum_{z \in Z} \sum_{j=1}^m DN_{zxj} + \sum_{i=1}^n DN_{xxi} \right)}$$

Zum Nachlesen



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau

Center for Enterprise Research
Universität Potsdam
August-Bebel-Str. 89 | 14482 Potsdam
Germany

Tel. +49 331 977 3322
E-Mail ngronau@lswi.de

Dr.-Ing. Sander Lass

Zentrum Industrie 4.0 Potsdam
sllass@lswi.de | +49 331 977 3372 | lswi.de
www.industrie40-live.de



Scholz-Reiter, B., Gronau, N. (Hrsg.):
Industrie 4.0 Management
volume 36, 2020, ISSN 0179-2679
6 issues per year

Nutzenvalidierung cyber-physischer Systeme in komplexen Fabrikumgebungen
Ein hybrides Simulationskonzept für Industrie 4.0
ISBN: 978-3-95545-224-7

Literatur

Anwendungszentrum Industrie 4.0: www.industrie40-live.de

Gronau, N.: Wandlungsfähige Informationssystemarchitekturen. 2. Aufl. Berlin 2006

Gronau, N.: Wandlungsfähigkeit in Produktion und Logistik. Productivity Management 2 / 2014, S. 23-26

Gronau, N.: Identifikation von Potenzialen durch Industrie 4.0 in der Fabrik, Productivity Management 3/2016, S. 21-23

Gronau, N., Theuer, H.: Determinants of an appropriate degree of autonomy in a cyber-physical production system. Procedia CIRP (2016) pp. 1-5. DOI information: 10.1016/j.procir.2016.07.063

Gronau, N.: Industrie 4.0, Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon (2020). <https://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/Sektorspezifische-Anwendungssysteme/cyber-physische-systeme/industrie-4.0/?searchterm=industrie%204.0> (Abruf: 15.06.20).

Industrie 4.0 Management: www.industrie40-management.de

Quelle: Lass, S.: Anwendungszentrum Industrie 4.0 Potsdam. Industrie Management 4/2016, S. 66-67

Lass, S.; Gronau, N.: Efficient Analysis of Production Processes with a Hybrid Simulation Environment. In: Proceeding of the 22nd International Conference of Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM 2012), Helsinki, Finland.

Lass, Theuer, Gronau: A New Approach for Simulation and Modeling of Autonomous Production Processes. In: 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences

PoCCi: Ruiu, M.; Ullrich, A. and Weber, E. (2012): Change Capability as a Strategic Success Factor - A Behavior Pattern Approach for Operationalizing Change Capability. Proceedings of the Conference on Strategic Management 2012, 25-27 May, Bor, Serbia.

Veigt, M. u.a.: Entwicklung eines Cyber-Physischen Logistiksystems. Industrie Management 29 (2013) 1, S. 15-18

Weber, E.: Methoden der Wandlungsfähigkeit. Dissertation Univ. Potsdam 2015

Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Bd. 3: Automatisierung und -steuerungstechnik. 3. Aufl. Düsseldorf 1989

Wiendahl, H.-P.; Nofen, D.; Klußmann, J.H.; Breitenbach (2005): Planung modularer Fabriken. Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. München [u.a.]: Hanser.