



Schlüsseltechnologien der Automatisierungstechnik digital, vernetzt und intelligent

„Denker treffen Lenker“
zum Themenfeld Produktionssysteme
der Zukunft

22. Oktober 2019

**Prof. Dr.-Ing.
Dr. h.c.
Michael
Weyrich**

- *Leiter des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme*
- *Vorstand der VDI/VDE Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik*
- *Mitglied des interdisziplinären Gremiums Digitale Transformation des VDI*



IT für die Automatisierungstechnik

Positionsbestimmung im Oktober 2019

Industrielle Transformation in unsicheren Zeiten. „Mit Informationstechnologie sieht es im Ländervergleich düster aus.“



Abschlussbericht: EMO Hannover gibt Orientierung in unsicheren Zeiten





Inhalt

- Ausgangssituation
- Reifegrade und Herausforderungen
- Beispiele zur Informationsverarbeitung
- Einsatz des Digitalen Zwillings
- Zukunft: mehr Vernetzung, Simulation und Artificial Intelligence (AI)



Inhalt

- Ausgangssituation
- Reifegrade und Herausforderungen
- Beispiele zur Informationsverarbeitung
- Einsatz des Digitalen Zwillings
- Zukunft: mehr Vernetzung, Simulation und Artificial Intelligence (AI)



Industrielle Wertschöpfung: Notwendige Veränderungen sind angezeigt

Schneller zum Ziel:
Höhere Geschwindigkeit
und Optimierung

Maximale **Produktivität**

Schnell neue Produkte am Markt platzieren

Produktionsanlagen optimal auslasten

**Anpassungsfähigkeit
und Agilität** einer
Produktion der Zukunft

Spitzenlasten abfedern

Produktion wandlungsfähig fahren

Globalen Wettbewerb meistern

Kulturwandel / Change:
das Business Eco-System
verändert sich.

Kundenwünsche schnell berücksichtigen

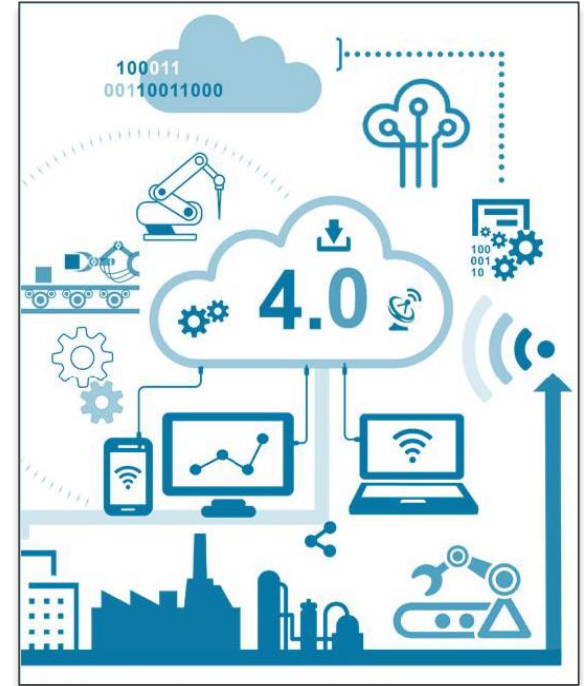
Dynamik in der Zulieferkette beherrschen

Mehr Qualität

Neue Geschäftsmodelle

Mit Industrie 4.0 auf dem Weg in die Zukunft

- Produktion wird mit Informations- und Kommunikationstechnik verknüpft
- Kunden- und Maschinendaten sind vernetzt
- Maschinen kommunizieren mit Maschinen
- Werkstücke und Maschine steuern selbstständig die Produktion



Grafik: Anna Salari, designed by freepik (BITCOM / Fraunhofer)

Schlüsselmomente

VW startet große Kooperation mit Amazon (März 2019)

„Volkswagen und Amazon wollen gemeinsam eine Industrie-Cloud aufbauen. Erwartet wird mehr Produktivität in den Werken.“

Siemens macht mit und bringt Domänen-Know-how ein.



 **WirtschaftsWoche**

Handelsblatt

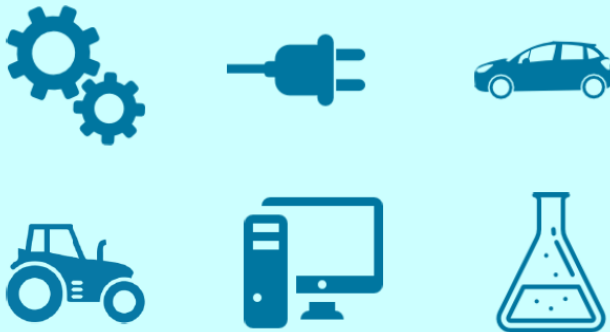
manager magazin

Jeff Bezos und Herbert Diess



Volkswirtschaftliches Potential für Deutschland

78 Mrd. Euro mehr
Bruttowertschöpfung
bis 2025!



Grafik © Anna Salari, designed by freepik, Studie © BITKOM/Fraunhofer 2014



Inhalt

- Ausgangssituation
- Reifegrade und Herausforderungen
- Beispiele zur Informationsverarbeitung
- Einsatz des Digitalen Zwillings
- Zukunft: mehr Vernetzung, Simulation und Artificial Intelligence (AI)

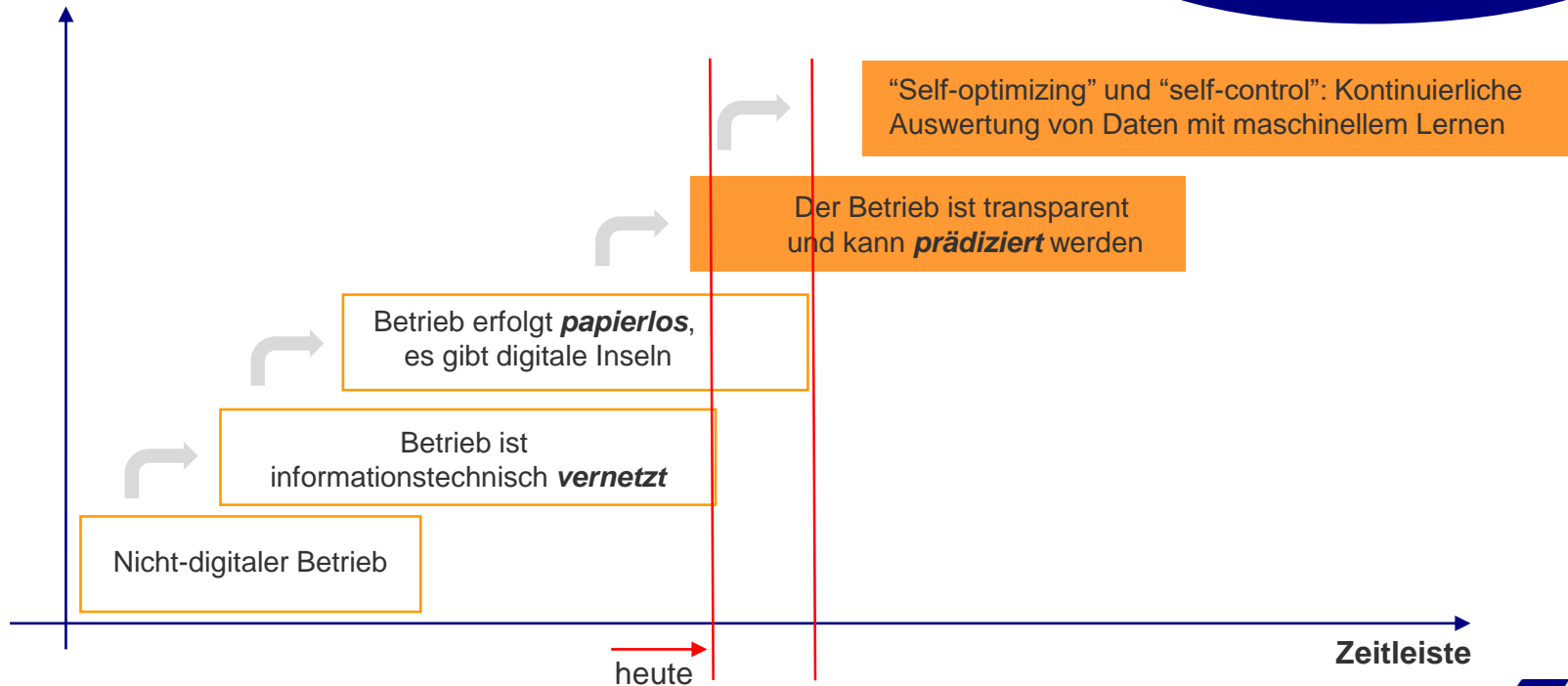


Ein Reifegradmodell der Digitalisierung zeigt den Weg ...

„On AI, Analytics and the New Machine Age“

Digitaler Reifegrad

Vollautomatisierte Cyber-physische Produktion mit voll-integrierten Wertschöpfungsketten

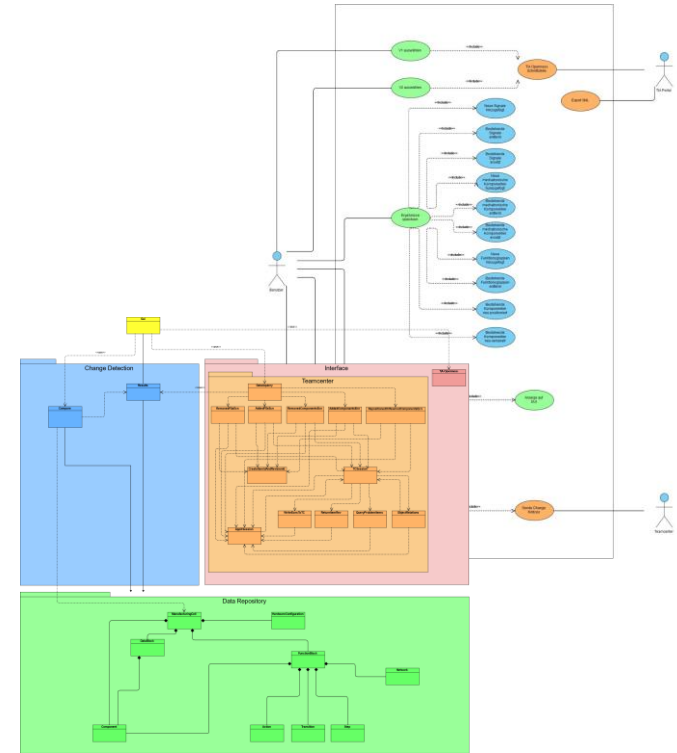


Vortragshypothesen

Im Maschinen- und Anlagenbau bedarf es eines Kompetenzaufbaus für die Bereiche Informationsverarbeitung und Software.

Kompetenzen werden in folgenden Bereichen benötigt:

- Software Engineering, Informationsvernetzung (IoT) sowie IT-Architekturen
- Erstellung von datenbasierten Analysen für Maschinen und Anlagen
- Kenntnisse des Digitalen Zwillings und seines Anwendungspotentials für AI und Autonome Systeme





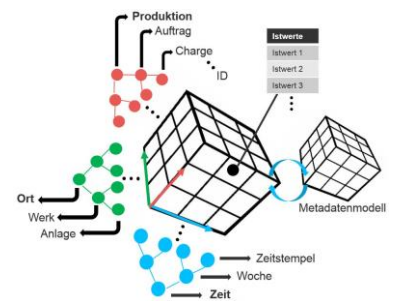
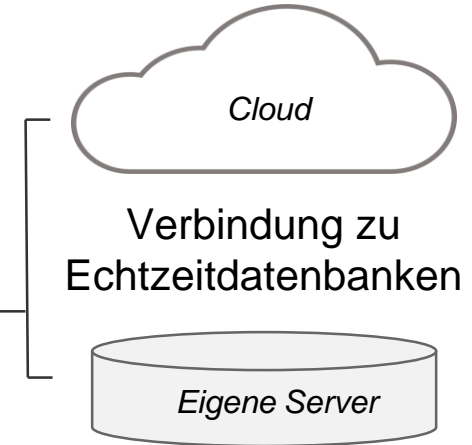
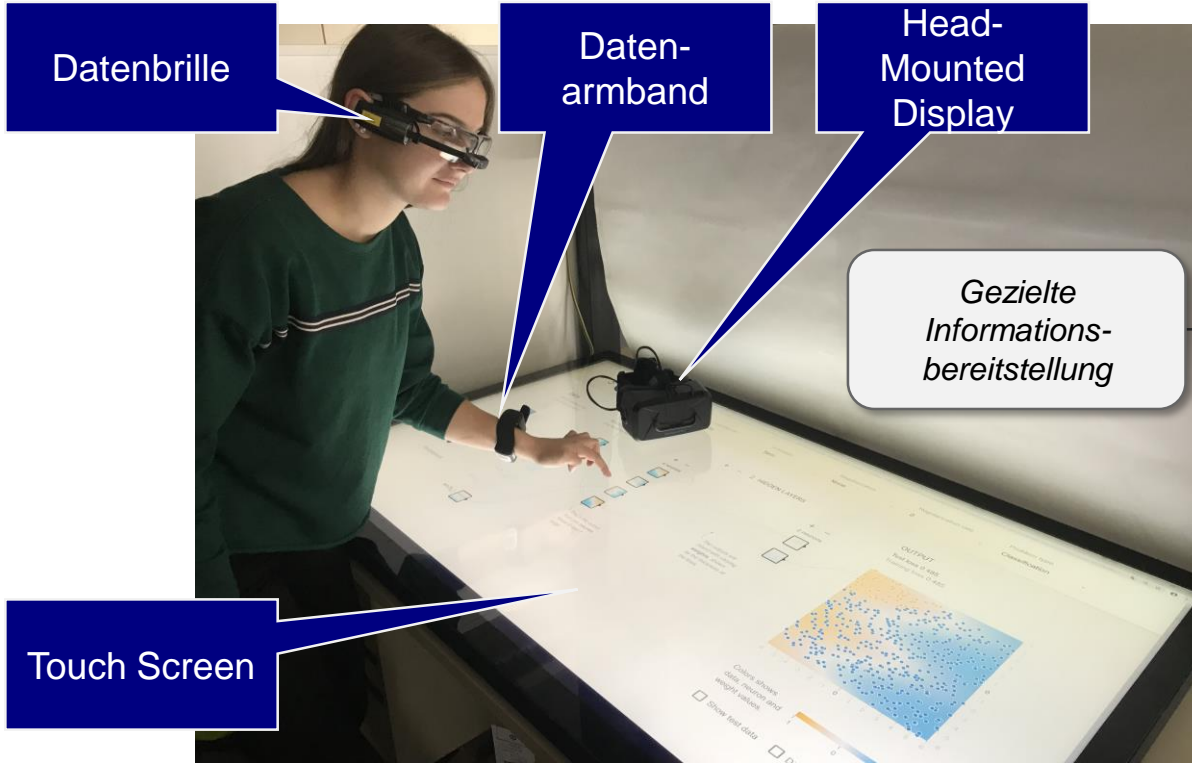
Inhalt

- Ausgangssituation
- Reifegrade und Herausforderungen
- **Beispiele zur Informationsverarbeitung**
- Einsatz des Digitalen Zwillings
- Zukunft: mehr Vernetzung, Simulation und Artificial Intelligence (AI)



Beispiel: Man Machine Interaction

Neuartiger Zugang zu Daten und Informationen durch neue Geräte und Visualisierungstechniken ist umfassend verfügbar.



z. B. OLAP



Beispiel: Track and Trace

Teile und Halbzeuge können in der Produktion verfolgt und später im Lebenszyklus nachverfolgt werden.

BMWi EMuDig-Projekt



Fertigpressen zum Erzeugen des Endproduktes

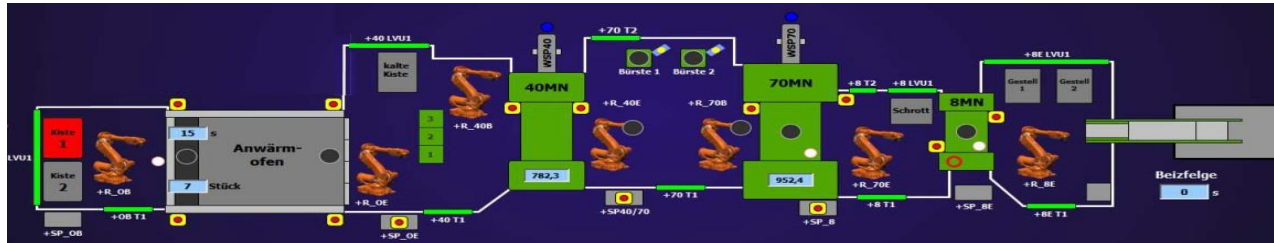
- Eindeutige **Rückverfolgung** aller Bauteile entlang der mehrstufigen Prozesskette
- Barcode-Laserkennzeichnung nutzbar bis zu 1250 °C trotz mechanischer Deformation



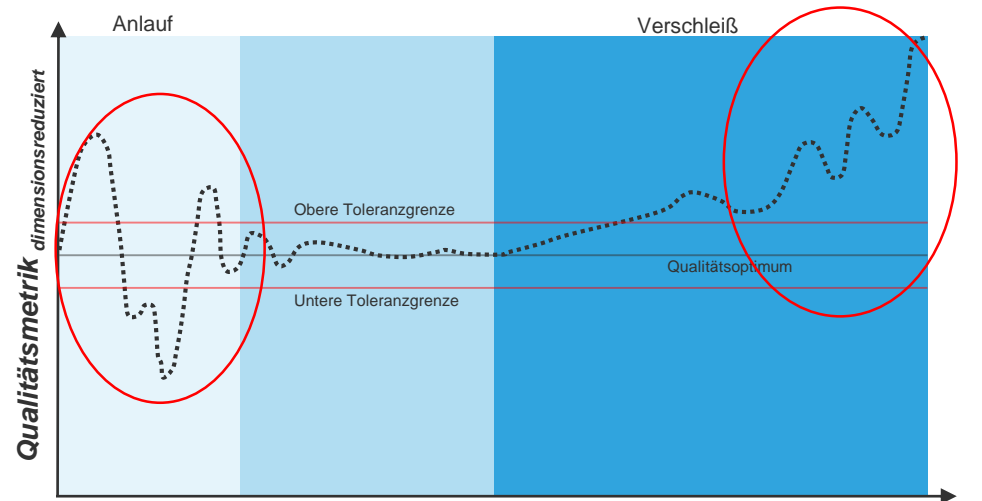
Eindeutig identifizierbare Bauteile trotz Erwärmung, Umformung und Oberflächenbearbeitung

Beispiel: Predictive Maintenance Analyse

- Abrupte Events in der Anlaufphase dedektierbar
- Schleichende Anomalien durch unterlagerte Verschleißprozesse



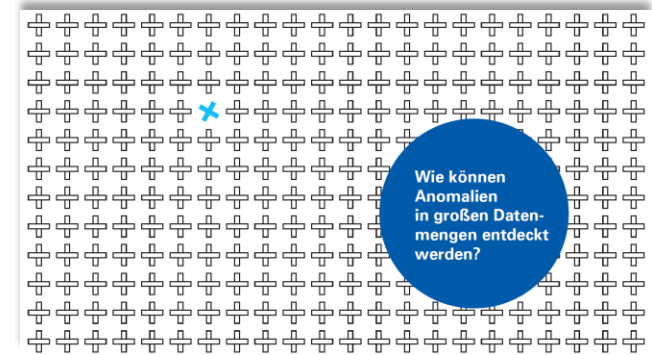
- **Felgenlinie** bei der Otto Fuchs KG als Pilotanlage in realem Umfeld
- **Testdatensatz**
 - Größe: 2 TB
 - Datenraum: 86 Sensorwerte
 - Zeitraum: 4 Monate Aufzeichnung
- Einheitliche Extraktion der Prozessdaten aus den Anlagensteuerungen
- Lösung mit Machine Learning (LSTM Netzwerken)



Lessons Learned: Analyse großer Datenmengen

Kompensation abnormalen Prozessverhaltens bei konstanter Produktqualität sind mit erstaunlichem Erfolg erreichbar.

- Datenanalyseprojekte in der Produktion benötigen eine **gute Datengrundlage**
- **Strukturierung** ist erforderlich, da die Datenerfassung oft historisch gewachsen und von Anlage zu Anlage unterschiedlich ist
- **Einheitlichkeit** im Hinblick auf Format, Struktur, Parameterraum, Zeitstempel etc. sind bei analysierbaren Daten notwendig





Inhalt

- Ausgangssituation
- Reifegrade und Herausforderungen
- Beispiele zur Informationsverarbeitung
- **Einsatz des Digitalen Zwillings**
- Zukunft: mehr Vernetzung, Simulation und Artificial Intelligence (AI)



Digitaler Zwilling

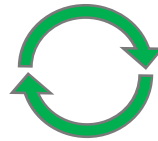
Im Anlagenbetrieb werden Wartung, Monitoring und Optimierung ermöglicht

Reales Fertigungssystem

- Aktive Datenerfassung

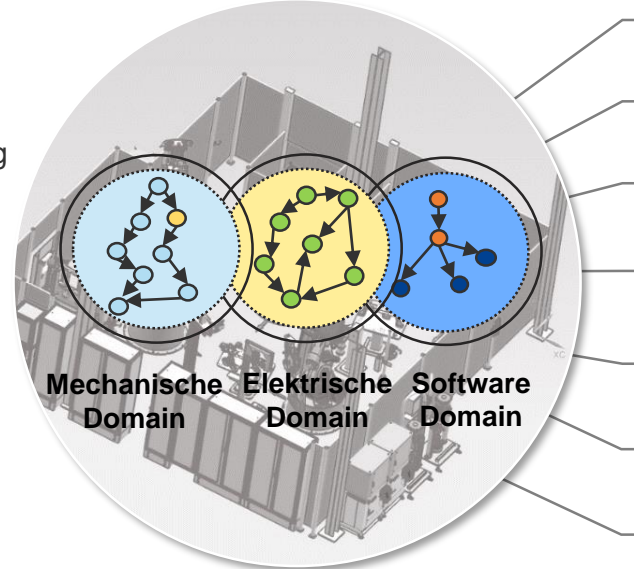


Synchronisierung



Digitaler Zwilling

- Analyse- und Prognosefähigkeit



Simulation

Robot-Simulation

Ergonomie-Simulation

virtual commissioning

Process driven cell simulation

Digital Mock-Up

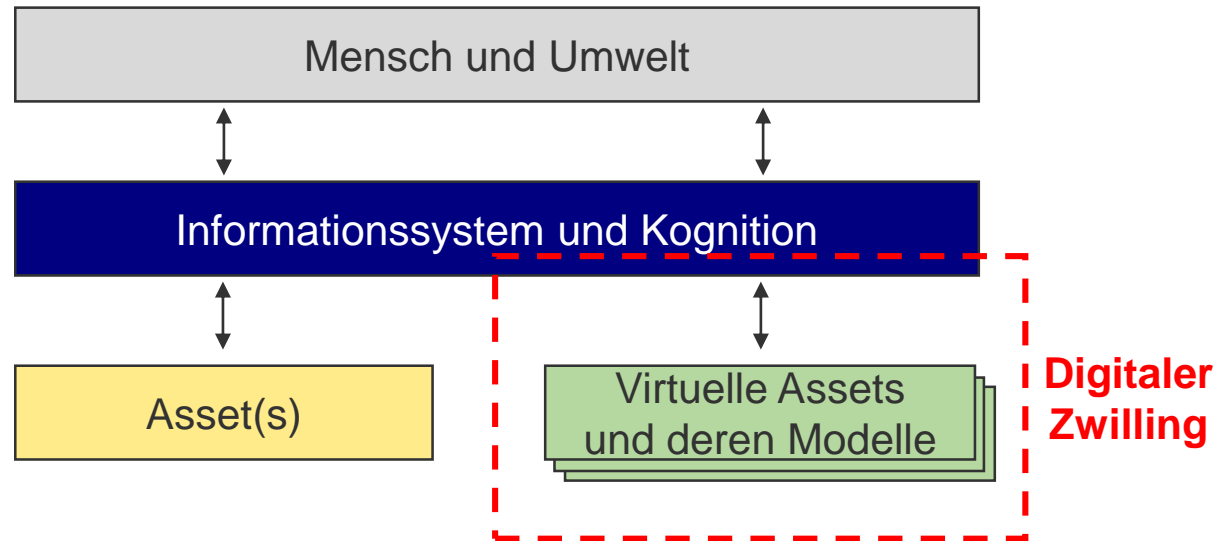
Virtuell Reality/
Mixed Reality

Energy-Simulation

Auf dem Weg zu Cyber-physischen Produktionssystemen

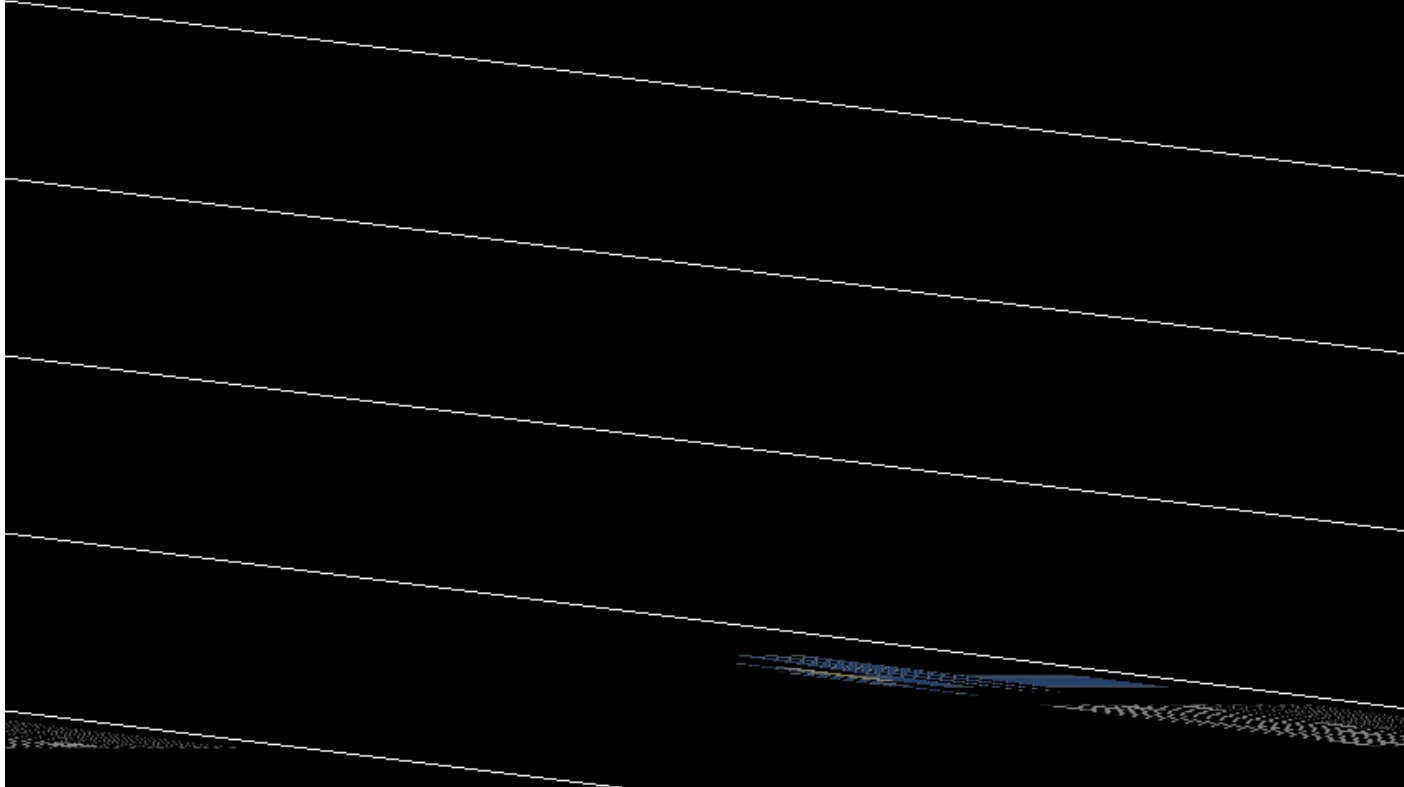
Im Gleichklang zu den physischen Systemen bzw. deren werthaltigen Assets, entsteht ein virtuelles bzw. ein „Cyber“-Abbild, ein sog. Digitaler Zwilling.

Der Digitale Zwilling ist eine aktuelle digitale Repräsentation eines physische “Assets”, das dessen statische und dynamischen Eigenschaften entlang des Lebenszyklus abbildet.



Digitale Fabrik von Daimler

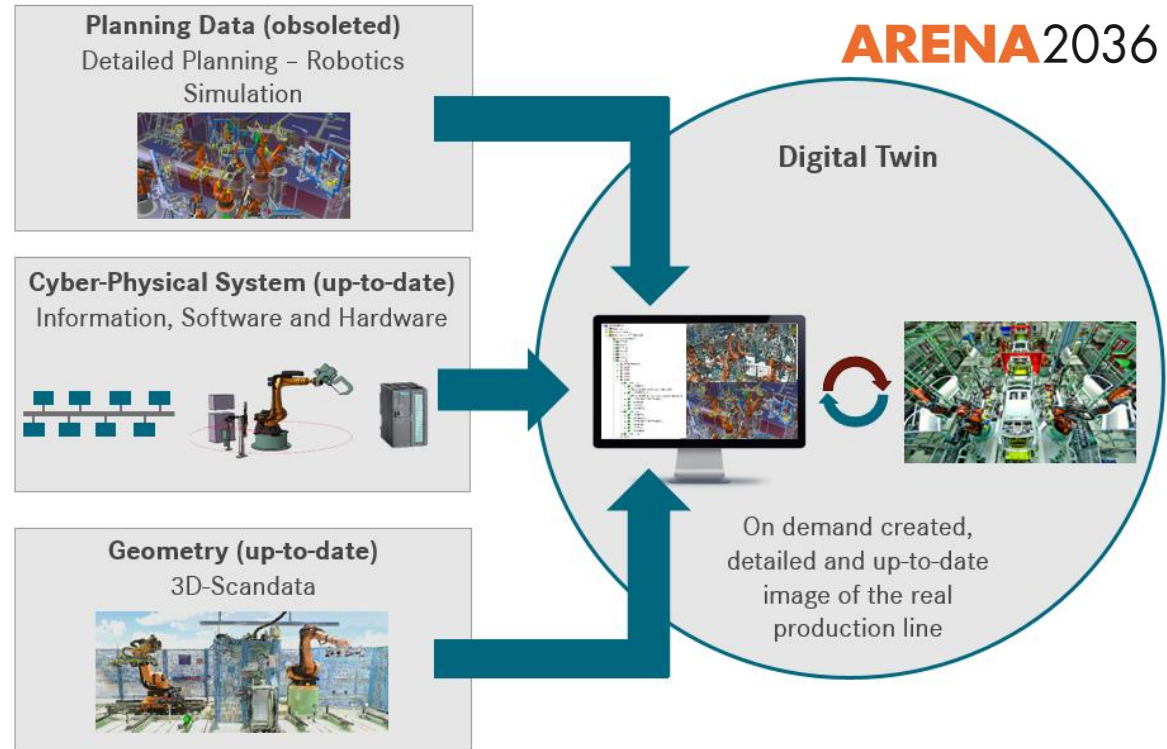
Herausforderung: Inhomogene Datenmodelle und hohe Systemkomplexität



Update eines Digitalen Zwillings im Betrieb

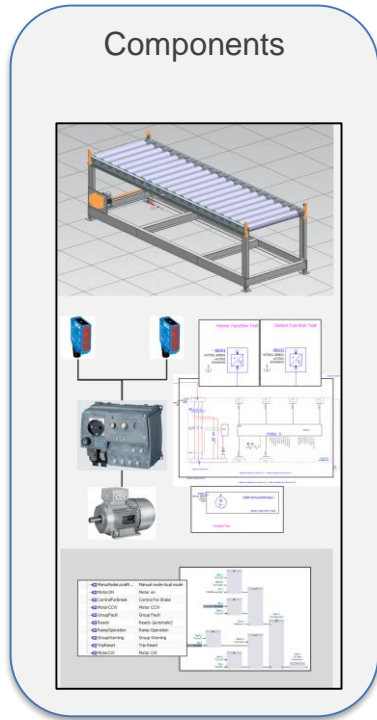
Automatische Aktualisierungen von Planungsobjekten mittels Planungs- und Konfigurationsdaten der Automatisierungskomponenten und 3D-Scans

Im Automobilbau werden Automatisierungssysteme häufig an die Anforderungen während der Produktion neuer Modelle angepasst.



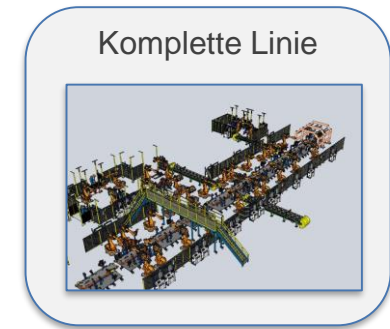
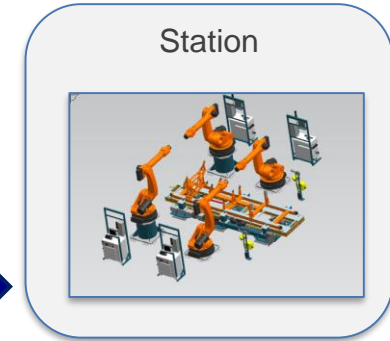
Beispiel: Verbindung unterschiedlicher Informationswelten

Automatisierungssysteme werden mit unterschiedlichen IT-basierten Engineering-Werkzeugen entwickelt, die unterschiedliche Aspekte abbilden.



Function Aspect Navigator

Name	Description	Template	Dat
CD000399;1-AD Training Works...			
Unassigned			
=GL001	Conveyor 1d1s	Conveyor 1d1...	
MA01	Standard Mot...	↳Conveyor 1...	
sl Motor		↳Conveyor 1...	
motor option...		↳Conveyor 1...	
motor option...		↳Conveyor 1...	
BG01	Infeed Sensor	↳Conveyor 1...	
CH_DI	DI	↳Conveyor 1...	
Infeed	Infeed Sensor	↳Conveyor 1...	
sl Light Sensor		↳Conveyor 1...	



- Disziplin Mechanik-Konstruktion
- Disziplin Layout der Anlage
- Disziplin Elektronik / Elektrik
- Disziplin Software zur Steuerung
- ...

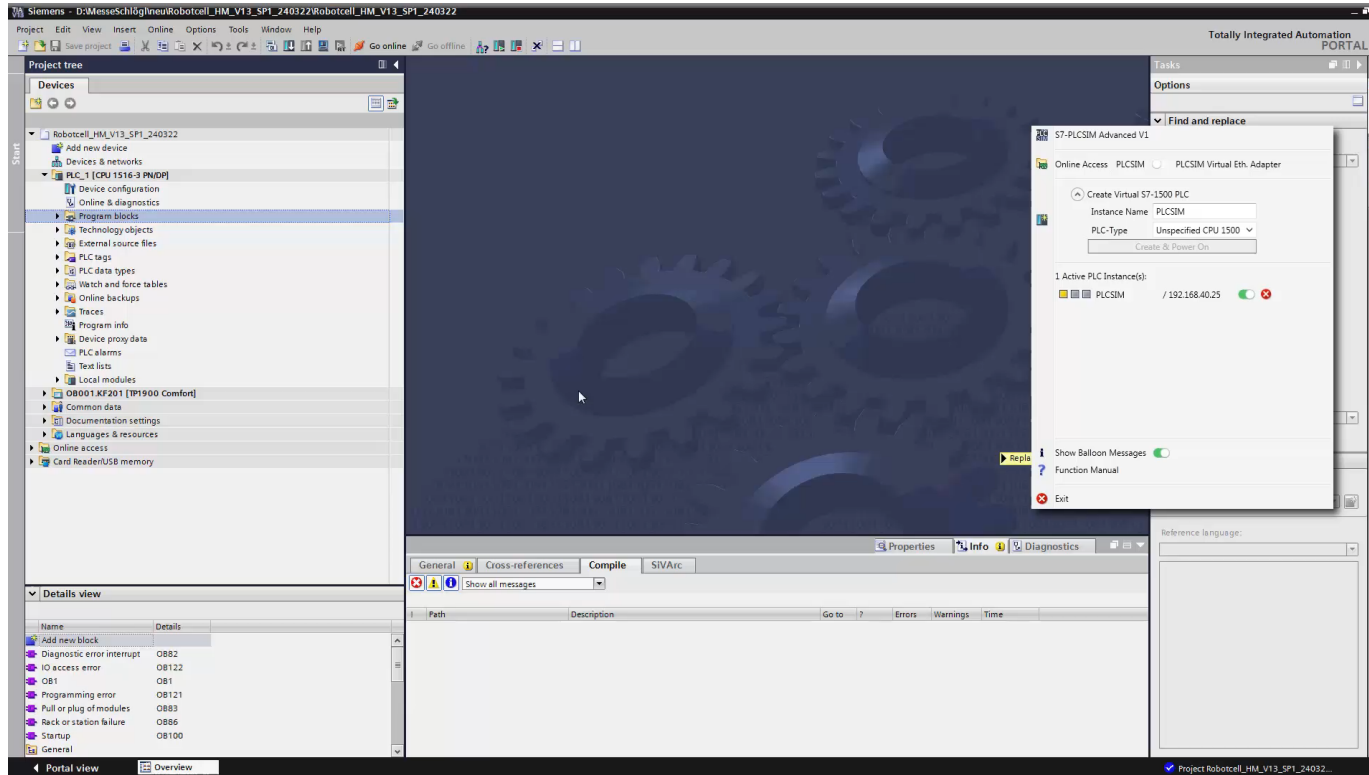
➤ Herausforderung:

Wie lassen sich die unterschiedlichen Modelle im Engineering und im Betrieb synchronisieren?

(Quelle: Siemens AG-Automation Designer)

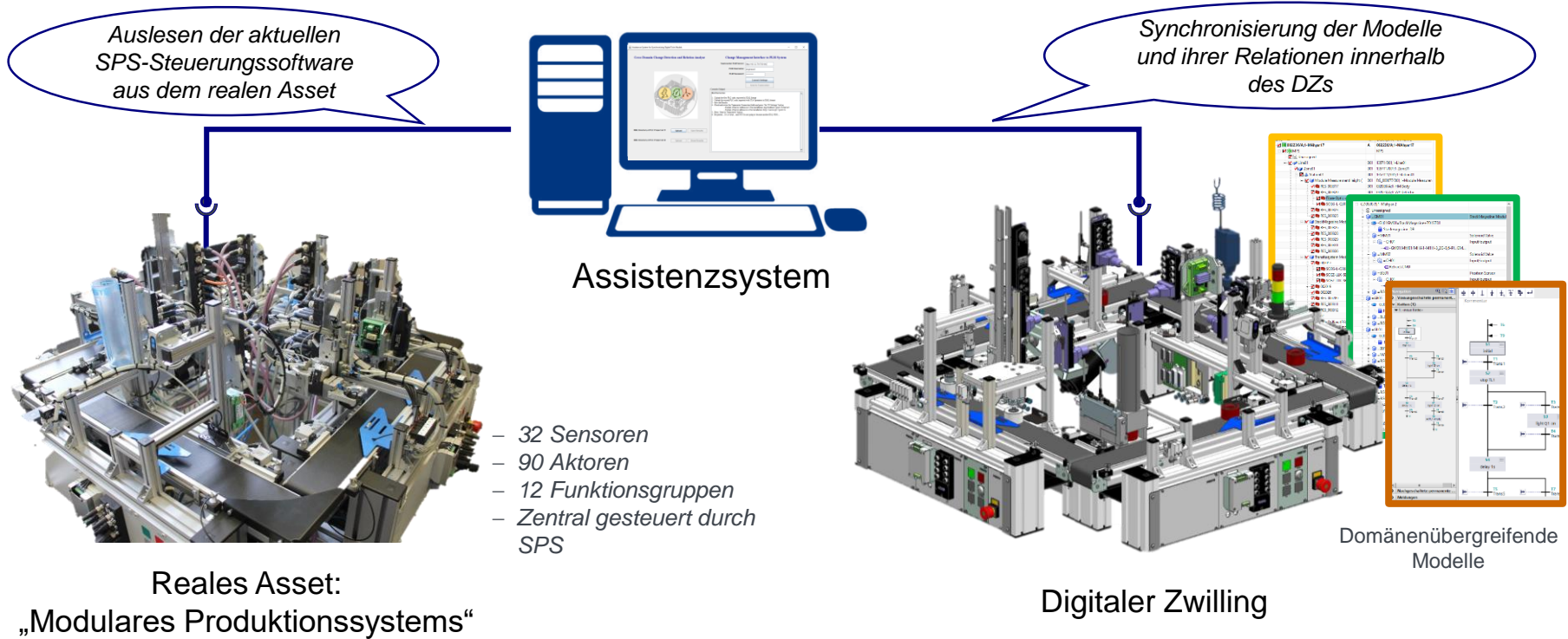
Digitaler Zwilling zur virtuellen Inbetriebnahme

Umgang mit unterschiedlichen Modellen



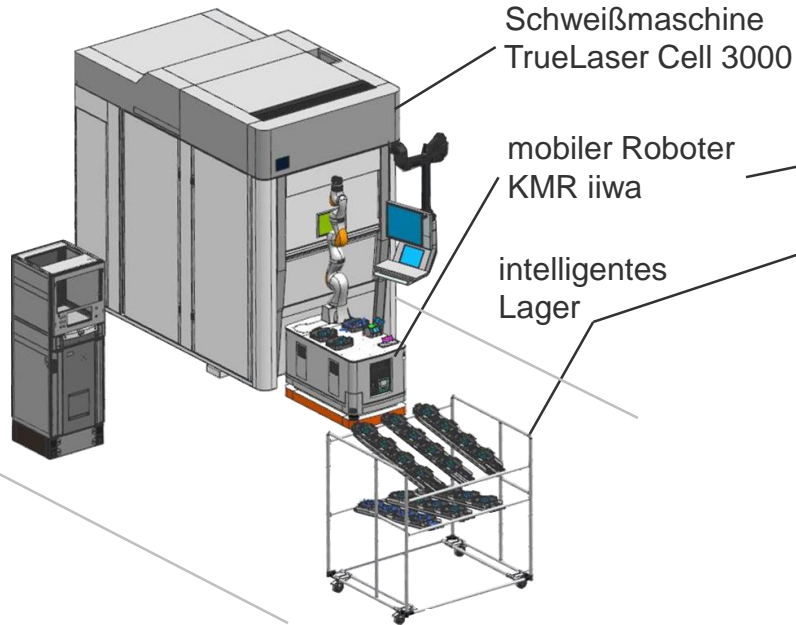
Assistenzsystem zur Synchronisierung des Digitalen Zwillings

Notwendigkeiten zur Änderungen an Modellen der Mechanik, Elektrik / Elektronik und Steuerungssoftware werden durch eine Assistenzsystem unterstützt

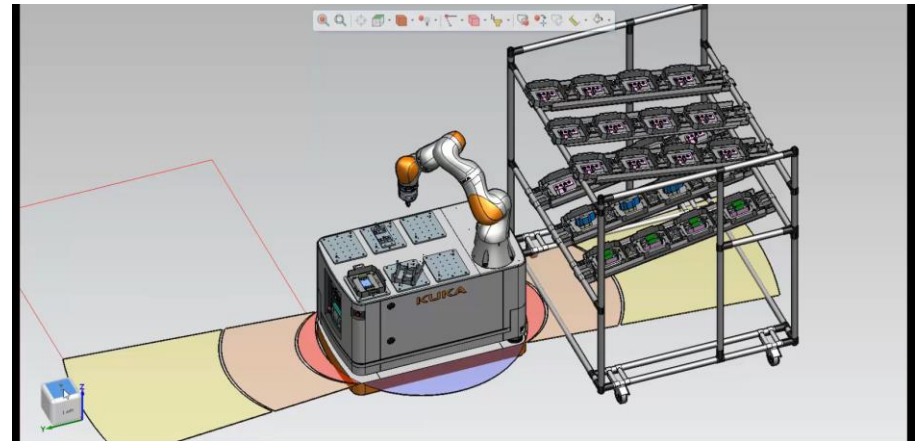


Digitaler Zwilling an einer flexiblen Produktionsanlage

Ziel: Flexible Produktionsanlage lässt sich unter Verwendung einer What-If-Simulation mit einem synchronisierten Digitalen Zwilling schnell rekonfigurieren.



ARENA2036 -
“Active
Research
Environment
for the Next
Generation of
Automobiles”





Inhalt

- Ausgangssituation
- Reifegrade und Herausforderungen
- Beispiele zur Informationsverarbeitung
- Einsatz des Digitalen Zwillings
- **Zukunft: mehr Vernetzung, Simulation und Artificial Intelligence (AI)**



Auf dem Weg der Standardisierung ...

Vernetzte Produktionsarchitektur der Zukunft

Mit intelligenten und vernetzten Komponenten bringen wir unsere Produkte in die digitale Welt

RAMI4.0 Architektur



I4.0 Kommunikation

"Digitaler Zwilling"
Verwaltungsschale

Asset, z.B.
Elektrische Achse



Die Verbindung erfolgt über
die IoT/ I4.0 Kommunikation

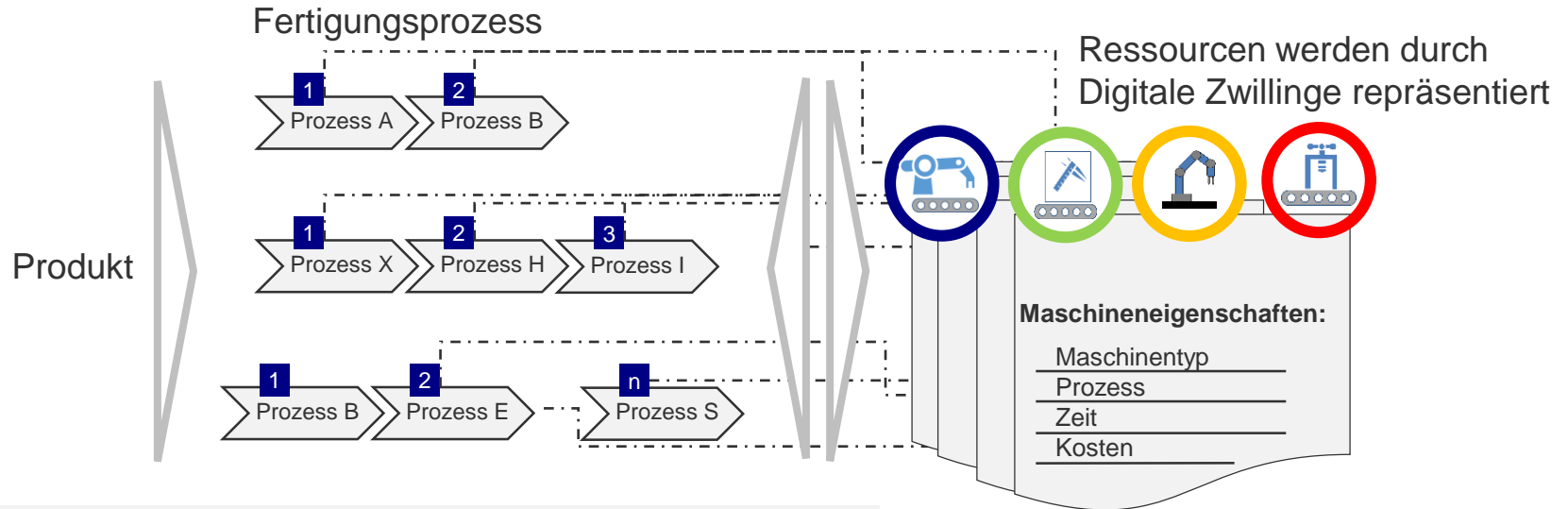
Die Verwaltungsschale
ist der digitale Anteil und
bietet Mehrwerte!

Die digitale Welt reflektiert
Eigenschaften der realen Welt

Jedes Produkt benötigt eine Verwaltungsschale, um in Industrie 4.0 eingebunden zu werden

Automatische Zuweisung von Ressourcen zu Prozessschritten

Ressourcen (Maschinen) werden automatisch nach Anforderungen und Verfügbarkeit vergeben



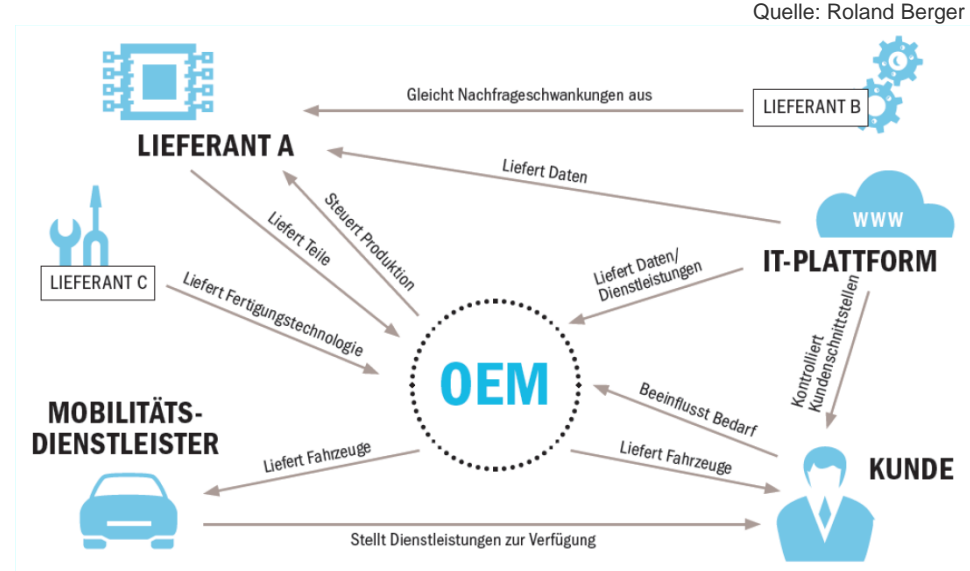
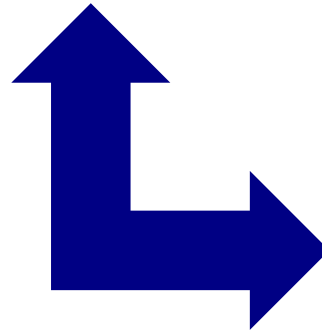
Herausforderung

- Ressourcen kommunizieren den Status automatisch
- Agenten steuern die Zuweisung der Prozesse und Ressourcen auf einem Marktplatz

Perspektive: Neue Formen der Wertschöpfungsketten

Von starren Wertschöpfungsketten ...

... zu dynamischen Netzwerken

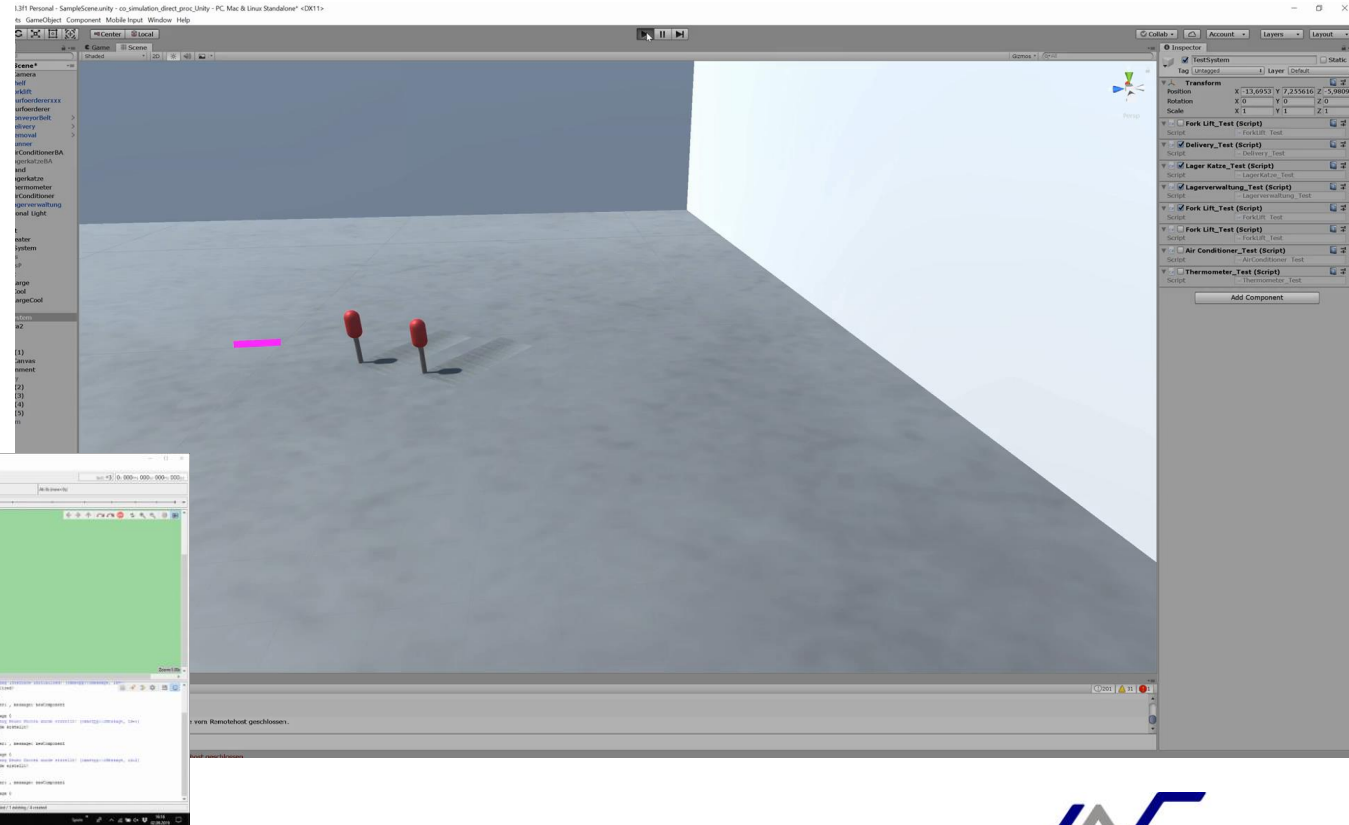


Co-Simulation autonom fahrenden Gabelstapler

Verknüpfung unterschiedlicher Simulationen von verteilten Internet der Dinge-Komponenten erlaubt Auswertungen, Analysen und komplexe Entwicklungen.

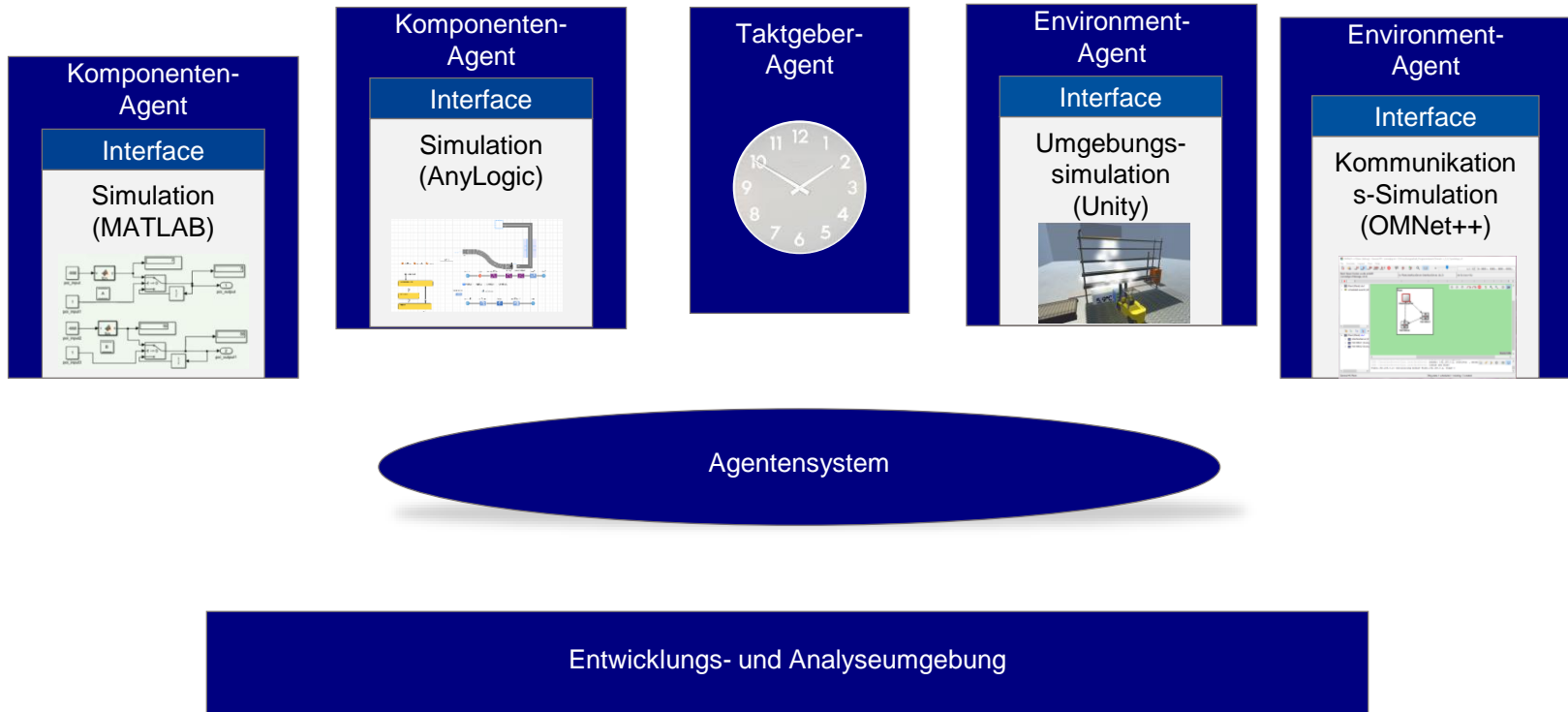
Verknüpfte Simulationen:

- Unity (3D-Visualisierung)
- MATLAB Simulink (autonom fahrender Gabelstapler)
- AnyLogic (autonom fahrender Gabelstapler und Warendistribution)
- OMNet++ (Connectivity)

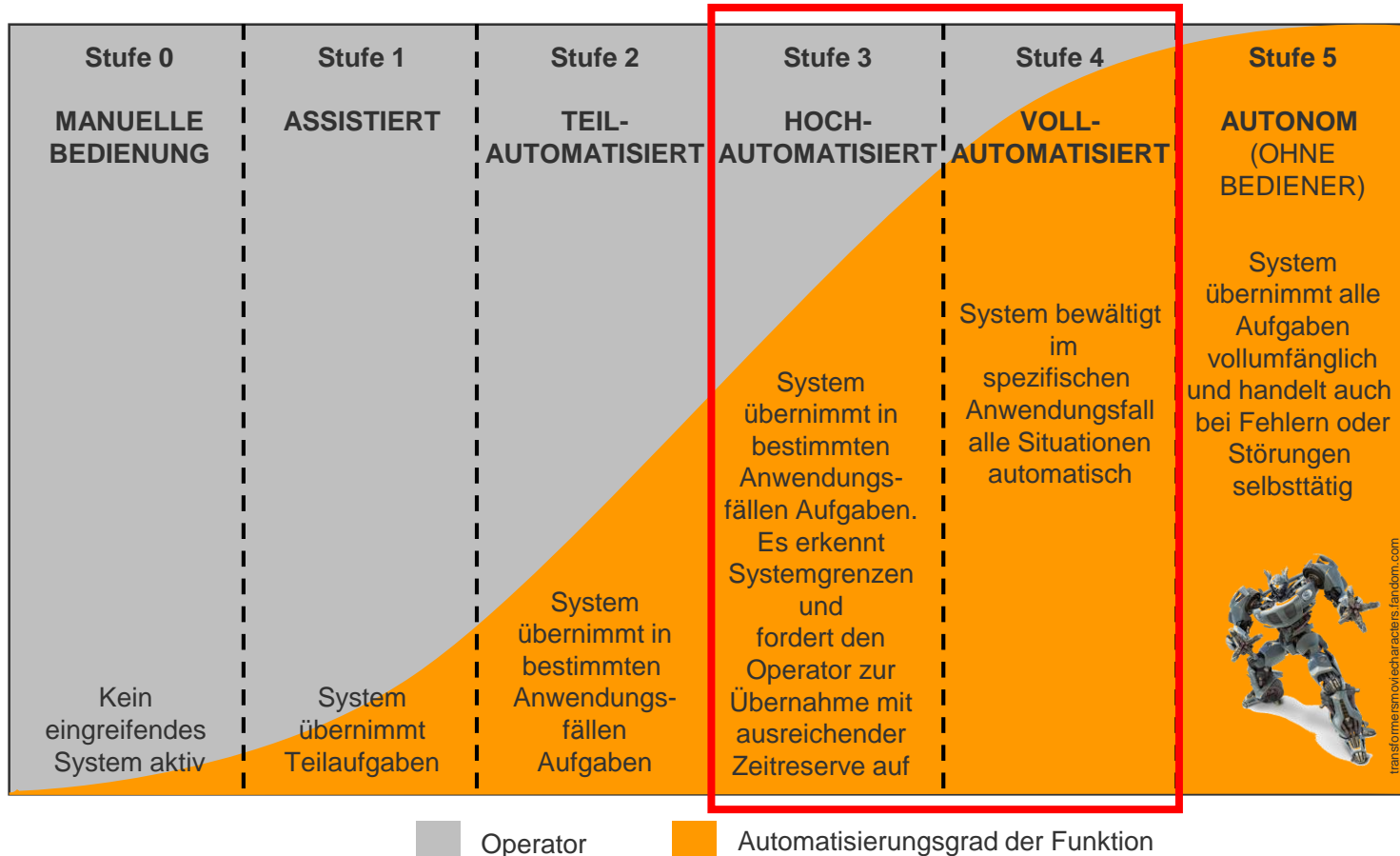


Entwicklung Autonomer Systeme mit Co-Simulation

Simulationen von Internet der Dinge-Komponenten werden gekoppelt, um "Plug-and-Simulate" auch während der Laufzeit einbinden zu können.



Auf dem Weg zum „autonomen Betrieb“



In Anlehnung an Diskussionen mit der BASF SE und dem VDA-S zu den Automatisierungsgraden des automatisierten Fahrens



Lernfähigkeit und Intelligenz

Herausforderung: Diskrepanz zwischen der Komplexität realer industrieller Prozesse und Spiele-Anwendungen (bspw. AlphaGo) von KI

Statische Regeln und limitierte Zustände in Spielen



<http://www.moehneschach.de/>

Dynamische Regeln und unendlich viele Zustände in der Realität



https://de.wikipedia.org/wiki/V%C3%B6lkerschlacht_bei_Leipzig#/media/Datei:MoshkovVI_SrazhLeypcigomGRM.jpg

Der Übergang zwischen einem Spiel und der Realität erfordert industrielle KI

Informationstechnik für die Automatisierung

Die Auswahl von IT-Lösungen muss mit Augenmaß erfolgen, da diese unterschiedliche Vorteile und Herausforderungen bieten.

Fragestellung zur eigenen Positionierung:

- Welche Kompetenzen sind im Unternehmen verfügbar?
- Welche neuen Kernkompetenzen sollten aufgebaut werden?
- Auf welche Partnerschaften lässt man sich ein?
- Was ist betriebswirtschaftlich darstellbar?

