



**Universität Stuttgart**  
Institut für Automatisierungstechnik und  
Softwaresysteme



# Automatisierungssysteme der Zukunft

Cyber-physisch, intelligent,  
flexibel und effizient

13.04.2018

Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich



# Die „Digitalisierung“ verändert die Welt und erzeugt viel Hype

Wirtschaft und Gesellschaft setzen neue Rahmenbedingungen für wettbewerbsfähiges und nachhaltiges Wirtschaften

Metallbearbeitung

## EMO 2017: "So muss Industrie 4.0"

06.08.17 | Autor / Redakteur: Nikolaus Fecht / [Jürgen Schreier](#)

Industrie 4.0 in der Praxis erleben

**SIEMENS**

**Digital Enterprise – implement now.**

## Gebündelte Innovationskraft für die industrielle Zukunft

Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg

HANNOVER MESSE 2018, 23. bis 27. April

# Die Weltleitmesse der Industrie

Der globale Hotspot für Industrie 4.0

## Hannover Messe 2018 - Leaders' Dialogue der Plattform Industrie 4.0

Im Fokus des diesjährigen Leaders' Dialogue stehen Fragen rund um die Themen Zukunft der Arbeit und Bildung sowie neue Geschäftsmodelle im Kontext von Industrie 4.0.



## Ansätze für die Anwendung

Kommerzielle Anbieter bewerben Methoden und Verfahren, die Integration und Automatisierung der Wertschöpfungsketten versprechen ...



... doch – wo steht die Forschung?

# Agenda

- ❖ Die Digitalisierung und Erklärungsmodelle
- ❖ Beispiele aus Forschungsprojekten
- ❖ Grenzen und nächste Schritte

# Reifegrade „Industrie 4.0“ und zugehörige IT-Funktionen

Stufen den Entwicklungspfad des aus Sicht des Unternehmens

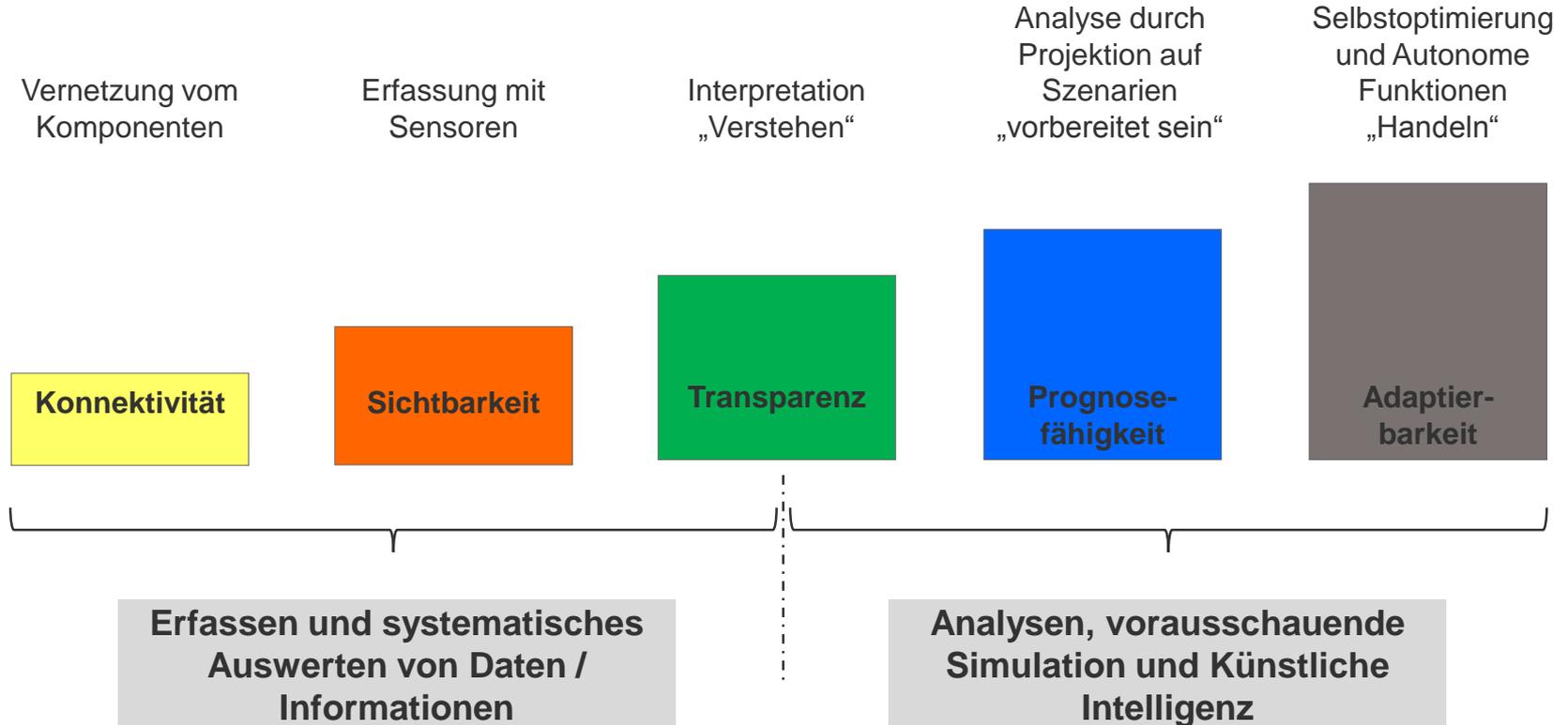
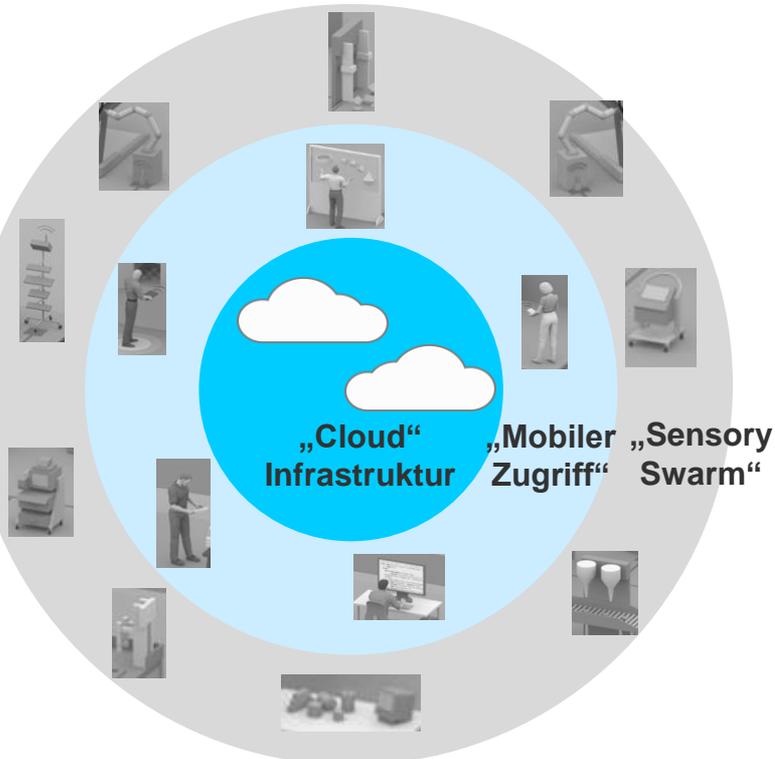


Bild: Fusion aus [Schuh et al 2017] und [Weyrich et al 2017]

# Erfassen und systematisches Auswerten von Daten / Informationen

Im Industrial Internet-of-Things lassen sich Dinge vernetzen und generieren eine Vielfalt von Daten und Informationen



Hersteller bieten vielfältige Lösungen:

- **M2M-Kommunikation:** 4G / 5G, TSN, ...
- **Cloud:** Amazon Cloud, Microsoft Azure, ...
- **IoT Betriebssystem:** Siemens MindSphere, PTC Thingworx, Bosch IoT Suite, ...

---

- **Engineering PLM Backbone:** Teamcenter, Enovia

Die gewaltige Komplexität bei der Kombination von Software-systemen und deren Daten muss beherrscht werden.

[in Anlehnung an: Rabaey, Pederson 2008]

© 2018, Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich, IAS, Universität Stuttgart



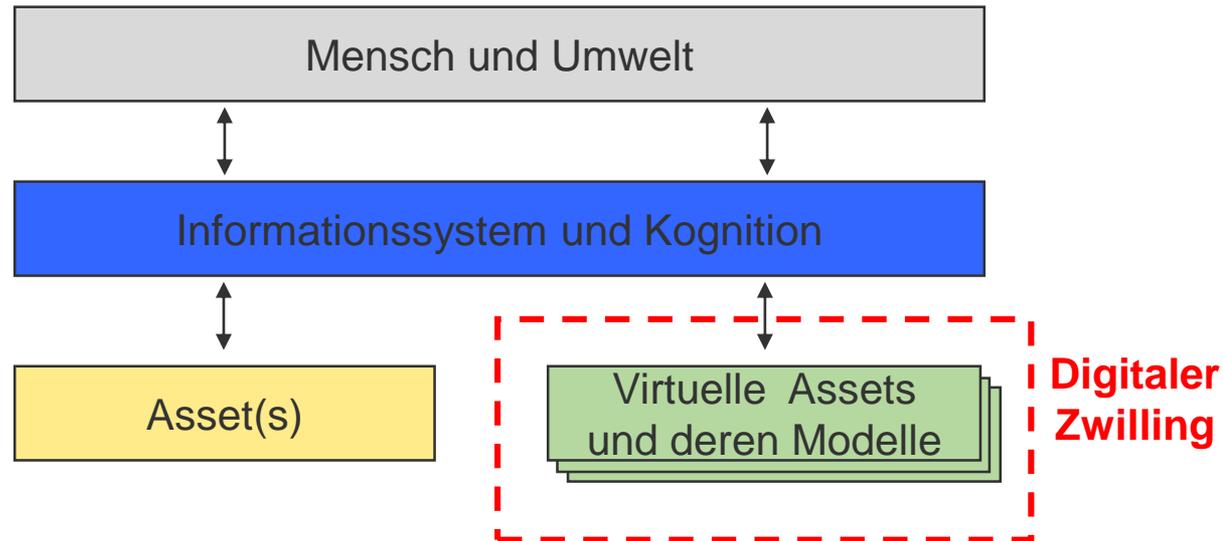
13.04.2018

7

# Auf dem Weg zu Cyber-physischen Produktionssystemen

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

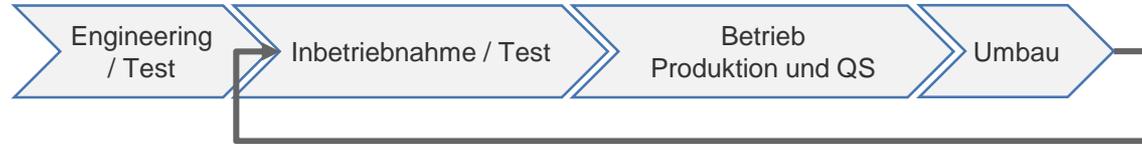
- Mit Hilfe eines **Digitalen Zwillings** werden die Eigenschaften und Funktionalitäten eines Assets entlang des gesamten Lebenszyklus gespiegelt.



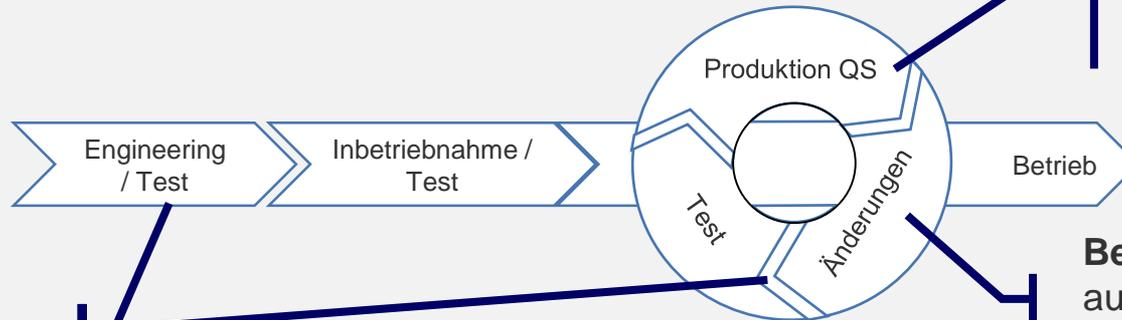
# Zukunftspotenziale – Design moves to Runtime

Wie lässt sich der Austausch zwischen „cyber“ und „physischer“ Welt nutzen?

**Heute**



**Morgen**



**Beispiel 1:**  
Anlagenkonfiguration  
und Änderungs-  
engineering

**Beispiel 3:**  
Datengetriebene  
Qualitätsoptimierung  
im Betrieb

**Beispiel 2:**  
automatisches  
Durchführen von  
Änderungen in der  
Betriebsphase

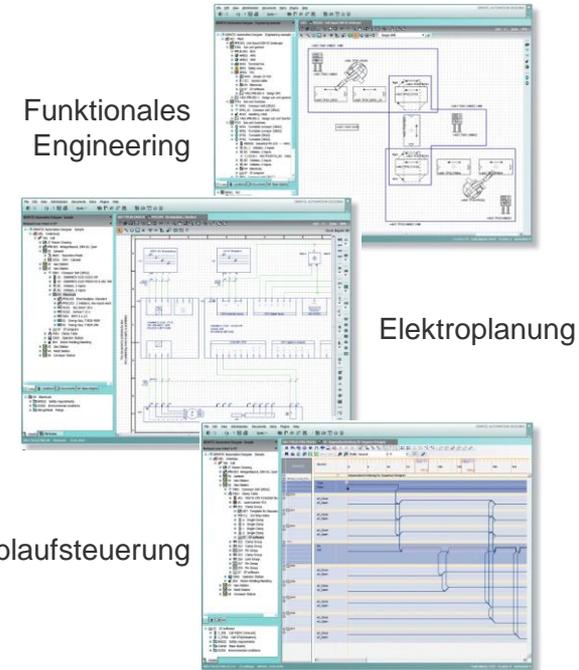
# Beispiel 1: Anlagen- und Automatisierungs-Engineering (1 von 3)

In der Praxis entsteht eine Komplexität durch die Verlinkung der Komponenten, die Abhängigkeiten zwischen Gewerken erzeugt.

Anlagen werden heute in IT-Engineeringssystemen geplant, die unterschiedliche Sichten auf die mechatronischen Elemente darstellen

- Disziplin mechanische Konstruktion
- Disziplin Layoutgestaltung
- Disziplin Elektrotechnik und Elektronik
- Disziplin Steuerungssoftware
- Disziplin Komponentenverwaltung
- ...

**Herausforderung:** Wie lassen sich diese sehr unterschiedlichen Datenbestände in den Engineering-Systemen synchronisiert ändern?



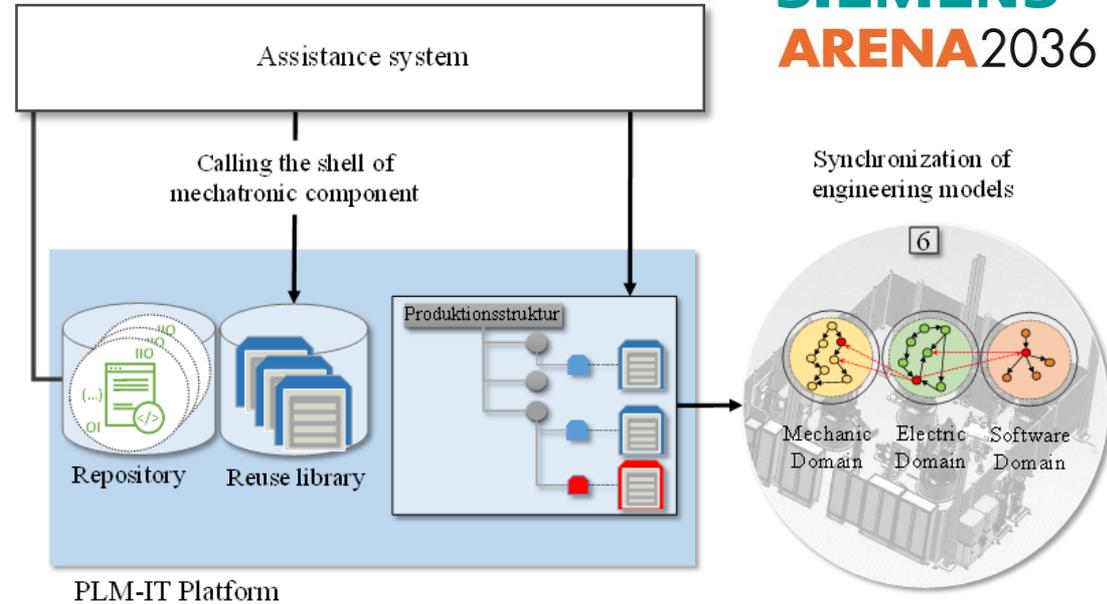
*Interaktion in den Disziplinen des  
Anlagenengineerings  
(Quelle: Siemens AG SIMATIC  
Automation Designer)*



# Beispiel 1-A: Synchronisation Digitaler Zwilling (2 von 3)

Synchronisation der mechatronischen Modelle für das Engineering in der PLM Prozesskette auf Basis von Ankerpunkten.

PLM-IT-Plattformen umfassen Daten mechatronischer Komponenten aus interdisziplinären Domänen (Software, Mechanik, Elektronik), die bei Änderungen automatisch untereinander abgeglichen werden müssen.



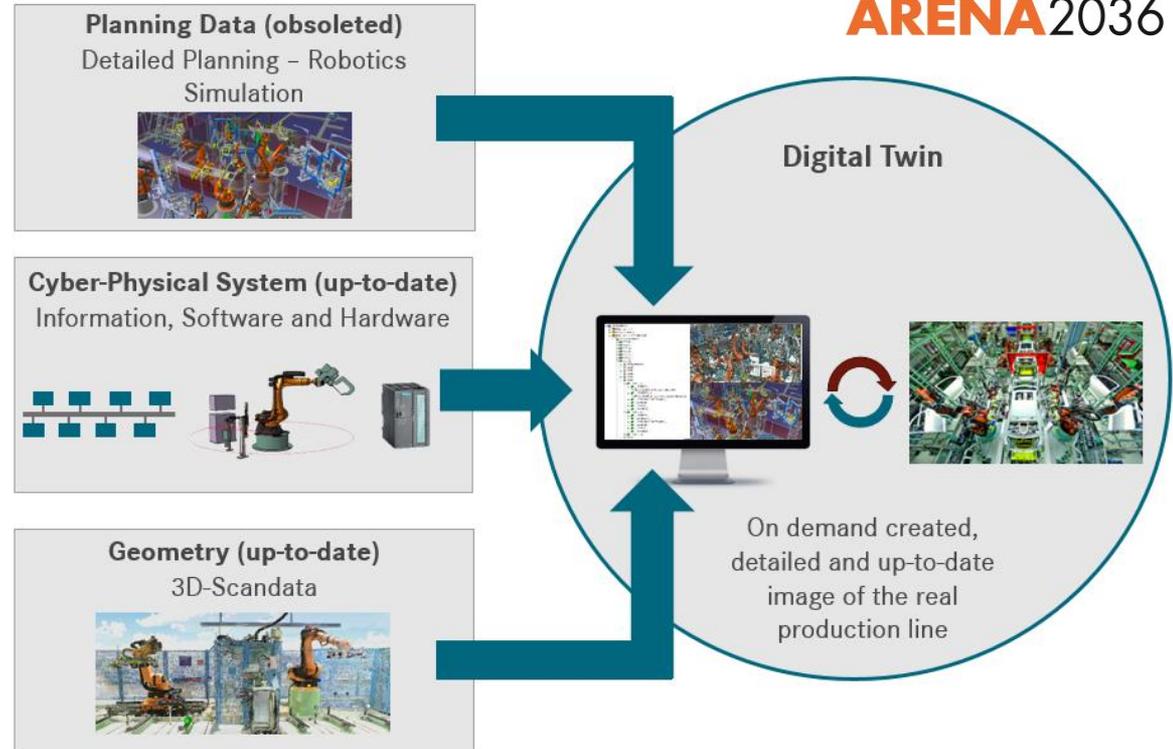
GSaME Projekt - siehe: [Ashtari et al 2018]

# Beispiel 1-B: Nachführung eines Digitalen Zwillings im Betrieb (3 von 3)

Automatisches Aktualisieren von Planungsobjekten der Digitalen Fabrik durch Daten der realen Automatisierungs-IT und 3D-Scans der Anlagen.

DAIMLER  
ARENA2036

Um die Produktion für neue Fahrzeugtypen anzupassen, muss ein Digitaler Zwilling aufgebaut bzw. auf den aktuellen Stand gebracht werden.

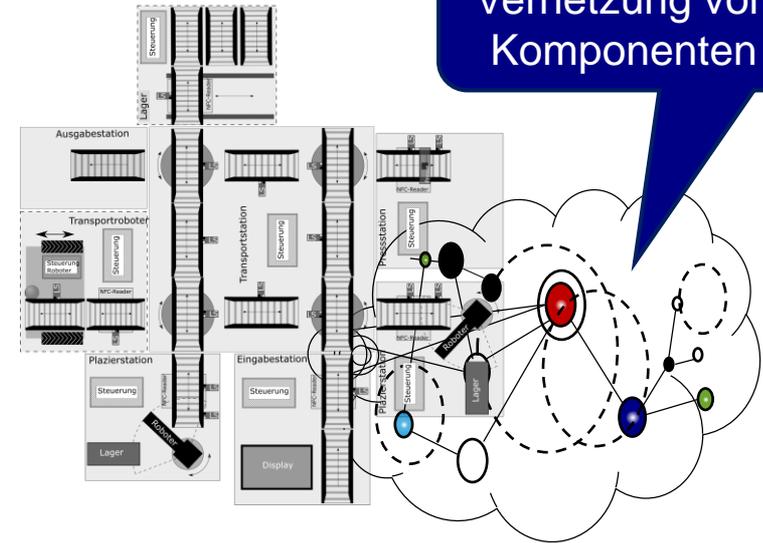
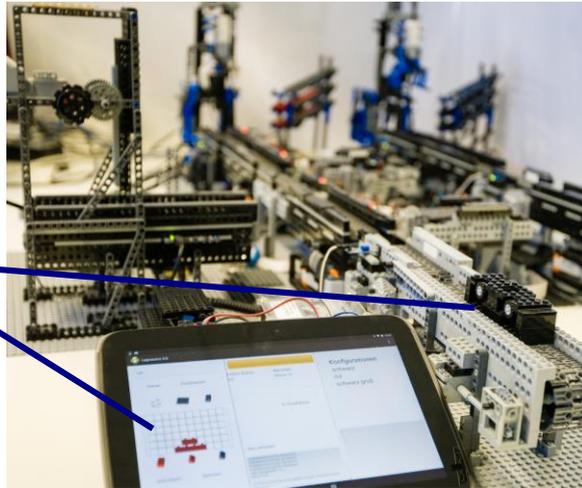


GSaME Projekt - siehe: [Bieisnger et al 2018]

# Beispiel 2: Dezentrale Anlagensteuerung mit einem Agentenbasierten Steuerungsansatz (1 von 2)

Wie lässt sich der Aufwand für die Konfiguration und Programmierung der Steuerung bei Inbetriebnahme und Änderungen verringern?

Interpretation / „Verstehen“: „Das Produkt steuert seinen Weg durch die Produktion“ – hier Ansatz Marktplatz

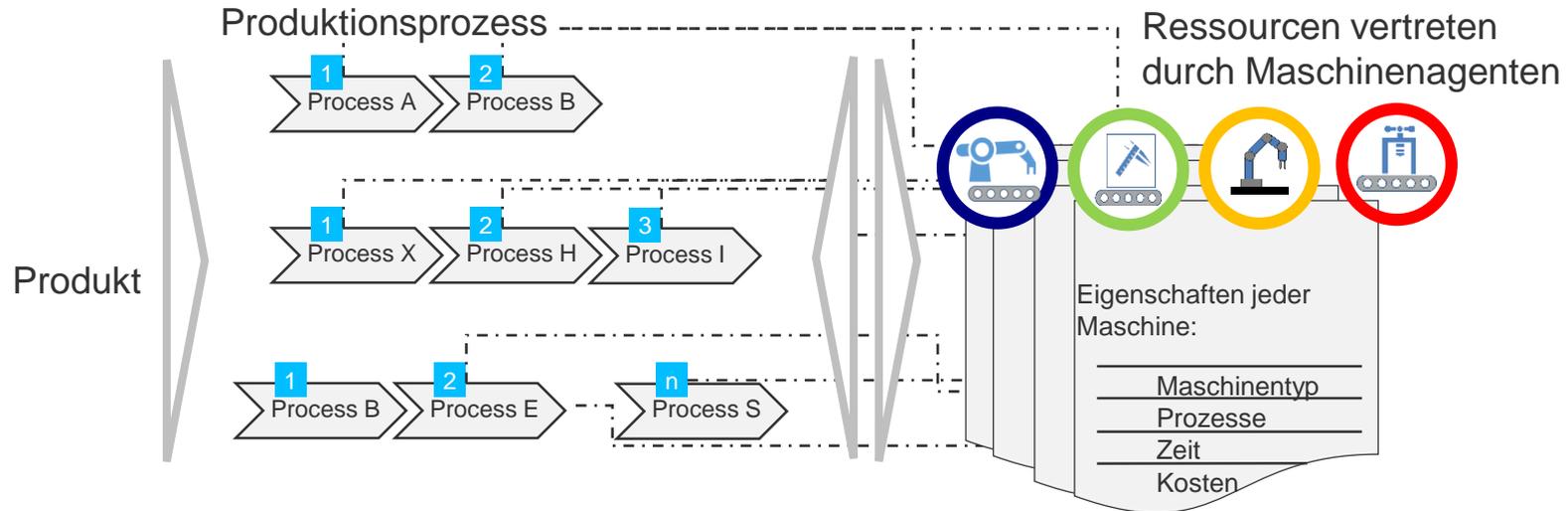


Automatische Vernetzung von Komponenten

Referenziert auf der Landkarte Industrie 4.0 der Plattform Industrie 4.0, siehe [Klein, Weyrich 2016]; [Faul et al 2018]

# Beispiel 2: Dezentrale Anlagensteuerung mit einem Agentenbasierten Steuerungsansatz (2 von 2)

Automatische Zuteilung von geeigneten Ressourcen zu Prozessschritten unter Berücksichtigung der Produkthanforderungen



## Arbeitsstand:

- Ressourcen teilen Ihre Fähigkeiten über eine Semantik mit
- Agenten steuern die Zuteilung Prozess / Ressource über einen Marktplatzansatz

[Klein et al 2018]

# Qualitätssicherung in der Produktion (1 von 2)

Sensordaten enthalten Informationen über Anlagen- und Prozesszustand und können durch Datenanalyse die Prozessqualität verbessern



Siehe: <http://www.massivumformung.de/forschung/emudig-40/>; Bildquelle: Otto Fuchs KG

## Herausforderungen:

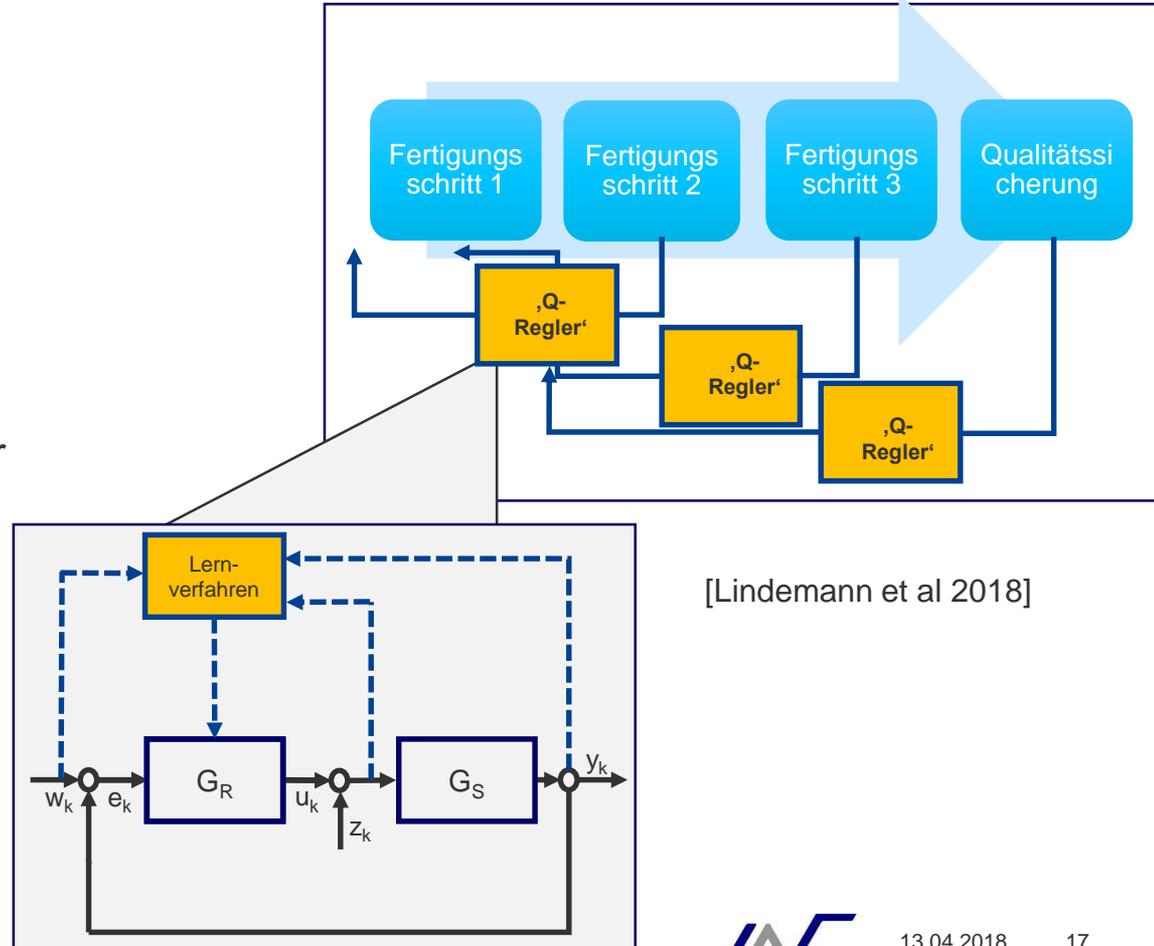
- Datenerfassung und Extraktion unbekannter Zusammenhänge / Muster
- Ableitung von Handlungsmustern zur Qualitätsoptimierung

# Qualitätssicherung in der Produktion (2 von 2)

## Selbstlernende Systemkomponenten

Das System lernt die Dynamik und die Störgrößen aus aufgezeichneten Stell- und Regelgrößen des realen Prozesses.

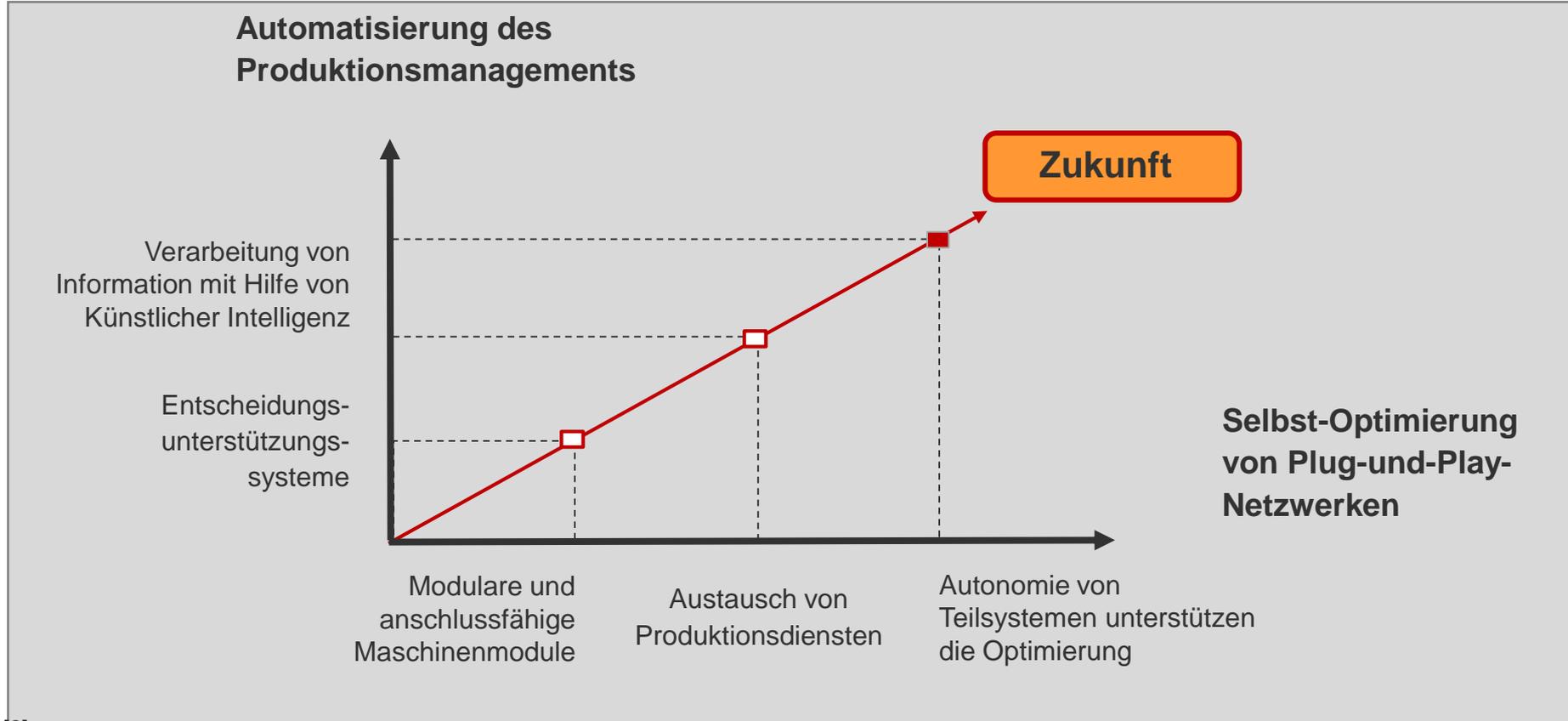
Daraus wird ein Lernverfahren zur Optimierung der kaskadierten Qualitätsregelung bestimmt.



[Lindemann et al 2018]

# Auf dem Weg zur Automatisierungstechnik der Zukunft ...

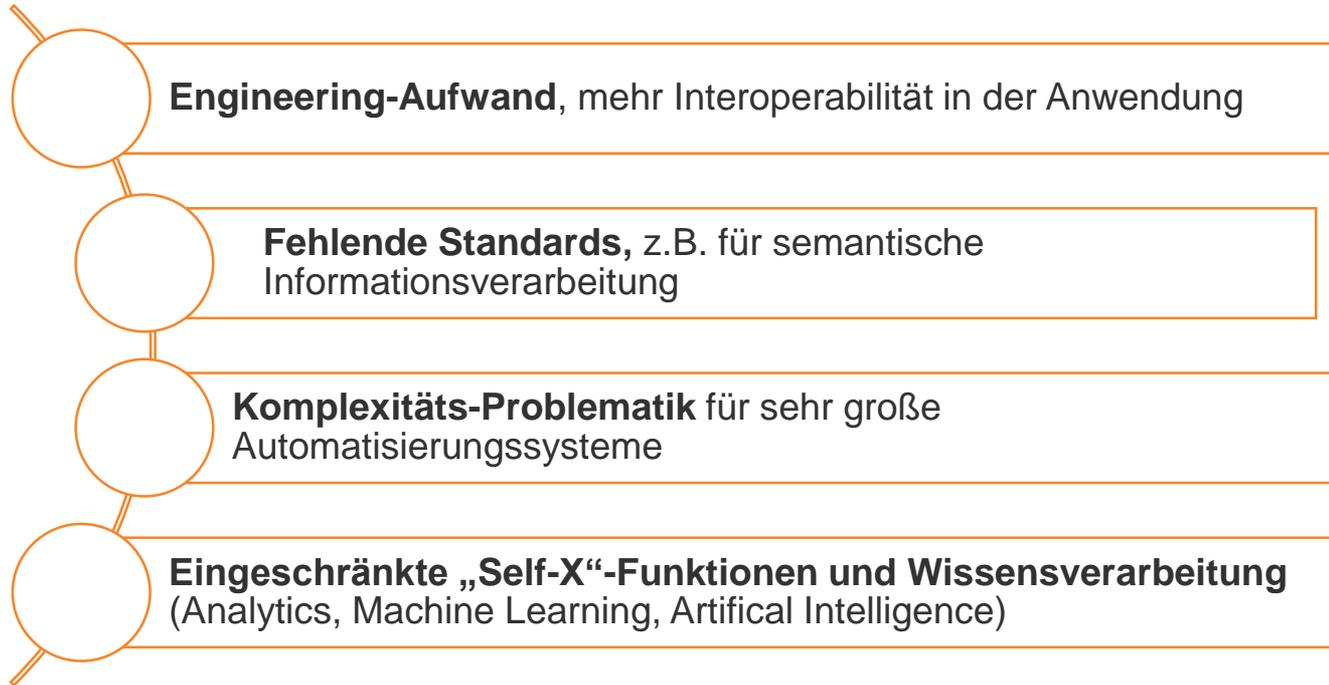
Eigenschaften: Cyber-physisch, intelligent, flexibel und effizient



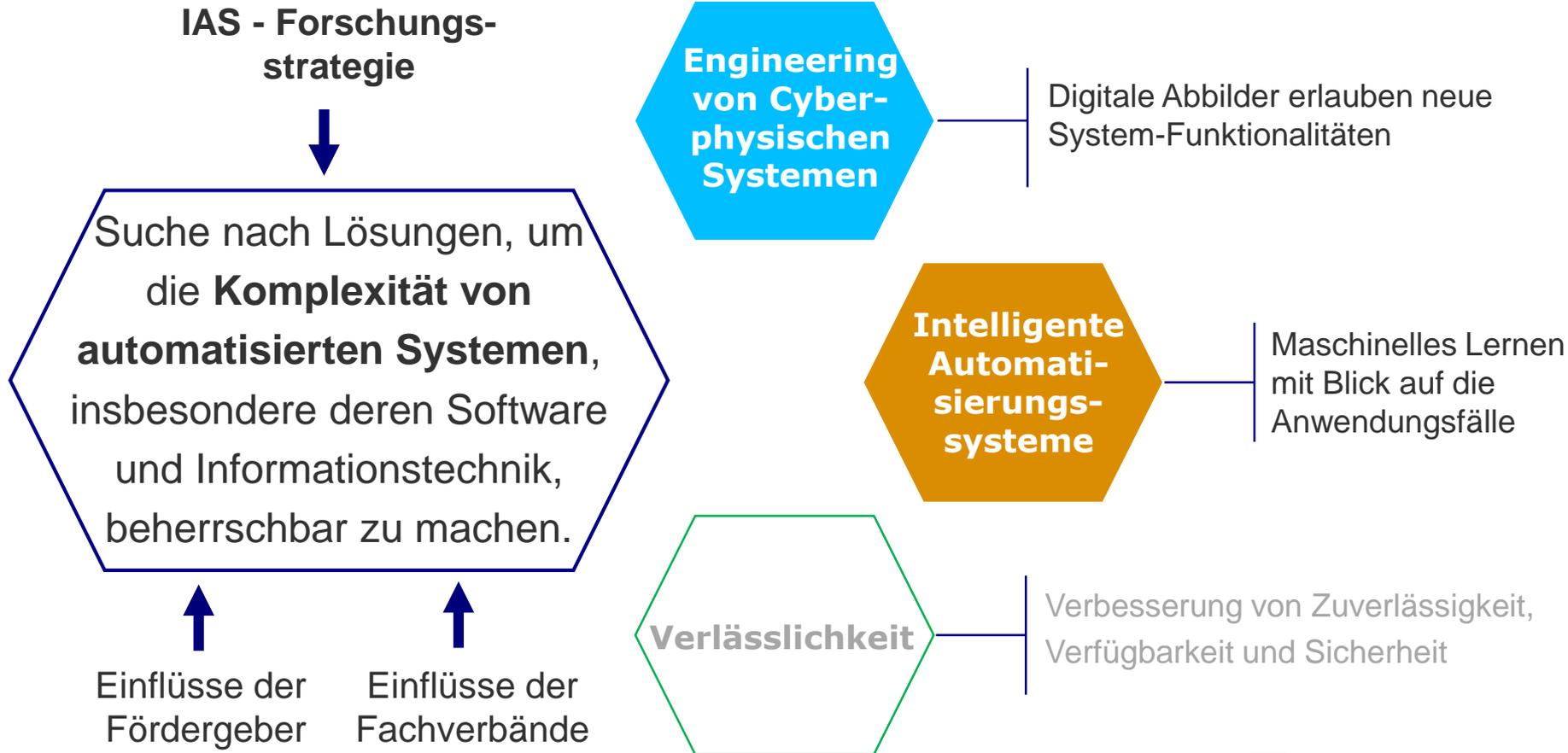
[2]

# Heutige Grenzen der Automatisierungs-IT überwinden

Trotz vieler technischer Möglichkeiten gibt es in der industriellen Praxis zahlreiche Grenzen für den Einsatz automatisierter Systeme



# Schwerpunkte der Forschung am IAS



# Zusammenfassung

- Erklärungsmodelle
- Beispiele aus Forschungsprojekten
- Grenzen und nächste Schritte



Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich

E-Mail: [michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de](mailto:michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de)

Telefon: +49 711 685 67301

Universität Stuttgart

Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme

Pfaffenwaldring 47

70550 Stuttgart

# Literatur / Referenzen

- [Schuh et al 2017] Schuh, G.; Anderl, R.; Gausemeier, J. ten Hompel, M. Wohlster, W. (Hrsg.): Industrie 4.0 Maturity Index. Die Digitale Transformation von Unternehmen Gestalten (Acatech Studie). München, 2017
- [Weyrich et al 2017] Weyrich, M.; Klein, M.; Schmidt, J.; Jazdi, N.; Bettenhausen, K.; Buschmann, F.; Rubner, C.; Pirker, M.; Wurm, K.: "Evaluation Model for Assessment of Cyber-Physical Production Systems," in Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems, S. Jeschke, C. Brecher, H. Song, and D. B. Rawat, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 169–199
- [Rabaey, Pederson 2008] Rabaey, J., Pederson, D.: A Brand New Wireless Day. What does it mean for design technology? ASPDAC 2008, Seoul, Keynote presentation. <http://www.aspdac.com/aspdac2008/Keynote-Address-I.pdf> (abgerufen am 01.04.2018)
- [Biesinger et al 2018] Biesinger, F.; Meike, D.; Kraß, B.; Weyrich, M.: A Case Study for a Digital Twin of Body-in-White Production Systems. IEEE Conference on Emerging Technologies And Factory Automation (ETFA), Turin, Sept. 2018 (submitted)
- [Ashtari et al 2018] Ashtari, B.; Jazdi, N., Schloegl, W., Weyrich, M.: Consistency check to synchronize the Digital Twin of manufacturing automation based on anchor points. 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, Stockholm, May 2018 (accepted)
- [Klein, Weyrich 2016] Klein, M.; Weyrich, M.: "Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme," Industrie 4.0 Management, 4/2016 Sonderausgabe, no. 4, 2016.
- [Faul et al 2018] Faul, A.; Beyer, T.; Klein, M.; Vögeli, D.; Körner, R.; Weyrich, M.: Eine agentenbasierte Produktionsanlage am Beispiel eines Montageprozesses. In: Vogel-Heuser, B. (Herausgeber): Softwareagenten in der Industrie 4.0, De Gruyter Verlag; Erscheint Juni 2018
- [Klein et al 2018] Klein, M.; Löcklin, A.; Jazdi, N.; Weyrich, M.: A negotiation based approach for agent based production scheduling. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June, 2018, Columbus, USA (accepted)
- [Lindemann et al 2018] Lindemann, B.; Karadogan, C.; Jazdi, N.; Weyrich, M.; Liewald, M.: Data driven quality control in discrete manufacturing using a self-learning approach - CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, Italy, 18 - 20 July 2018 (accepted)