



**Universität Stuttgart**  
Institut für Automatisierungstechnik  
und Softwaresysteme



# Forschung und Lehre am IAS

2019

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



# Tradition des Instituts



**ab 2013**  
Institut für Automatisierungs-  
technik und Softwaresysteme  
Professor M. Weyrich



**1970 – 1995**  
Institut für Regelungstechnik  
und Prozessautomatisierung  
Professor R. Lauber

**1995 – 2015**

Institut für Automatisierungs-  
und Softwaretechnik

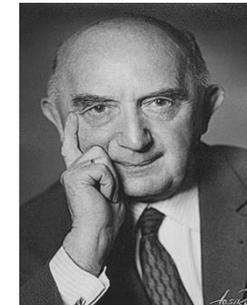
Professor P. Göhner



**1935 – 1970**

Institut für  
Elektrische Anlagen

Professor A. Leonhard



# Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS)

Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Stuttgart

Die **Forschung und Lehre** des Instituts konzentriert sich auf das Thema **Softwaresysteme für die Automatisierungstechnik**.

Dabei verstehen wir uns als **Brückenkopf der Produkt- und Anlagenautomatisierung** in die Forschungsdisziplinen der **Informationstechnik, Softwaretechnologie und Elektronik**.



**Prof. Weyrich wurde im April 2013 an die Universität Stuttgart berufen.**



# Das IAS im Stuttgarter Forschungsumfeld

Das Institut folgt dem Leitbild „Intelligente Systeme für eine zukunftsfähige Gesellschaft“ und ist Teil der **Exzellenzstrategie der Universität Stuttgart**.



Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme

Wir sind Teil der Profil- und Potenzialbereiche der **Exzellenzstrategie**:

- Autonome Systeme
- **Architektur und adaptives Bauen**
- Produktionstechnologien



Universität Stuttgart

**ARENA**2036

Forschungsfabrik

**CyberValley**

Lernende Systeme



Technologietransfer

# Informationen über das Institut

- MitarbeiterInnen
  - Institutsleitung: 1
  - Wissenschaftliche Mitarbeiter: 15
  - Technisches Personal und Verwaltung: 3
  - Auszubildende: 2
  
- Promotionen 2018: 1
  
- Abschlussarbeiten 2018: 78
  
- Abgenommene Prüfungen 2018: 1005
  
- Veröffentlichungen 2018: 30
  
- Wissenschaftliche Hilfskräfte pro Jahr: 40-50

# Lehrveranstaltungen des IAS

---

- Automatisierungstechnik I
- Automatisierungstechnik II
- Technologien und Methoden der Softwaresysteme I
- Technologien und Methoden der Softwaresysteme II
- Software Engineering for Real-Time Systems
- Industrial Automation Systems
- Grundlagen der Softwaresysteme
- Ringvorlesung: Forum Software und Automatisierung
- Verlässlichkeit intelligenter verteilter Automatisierungssysteme
- Praktikum „Softwaretechnik“
- Praktikum „Automatisierungstechnik“
- Fachpraktikum "Einführung in die Programmierung von Mikrocontroller-Systemen"

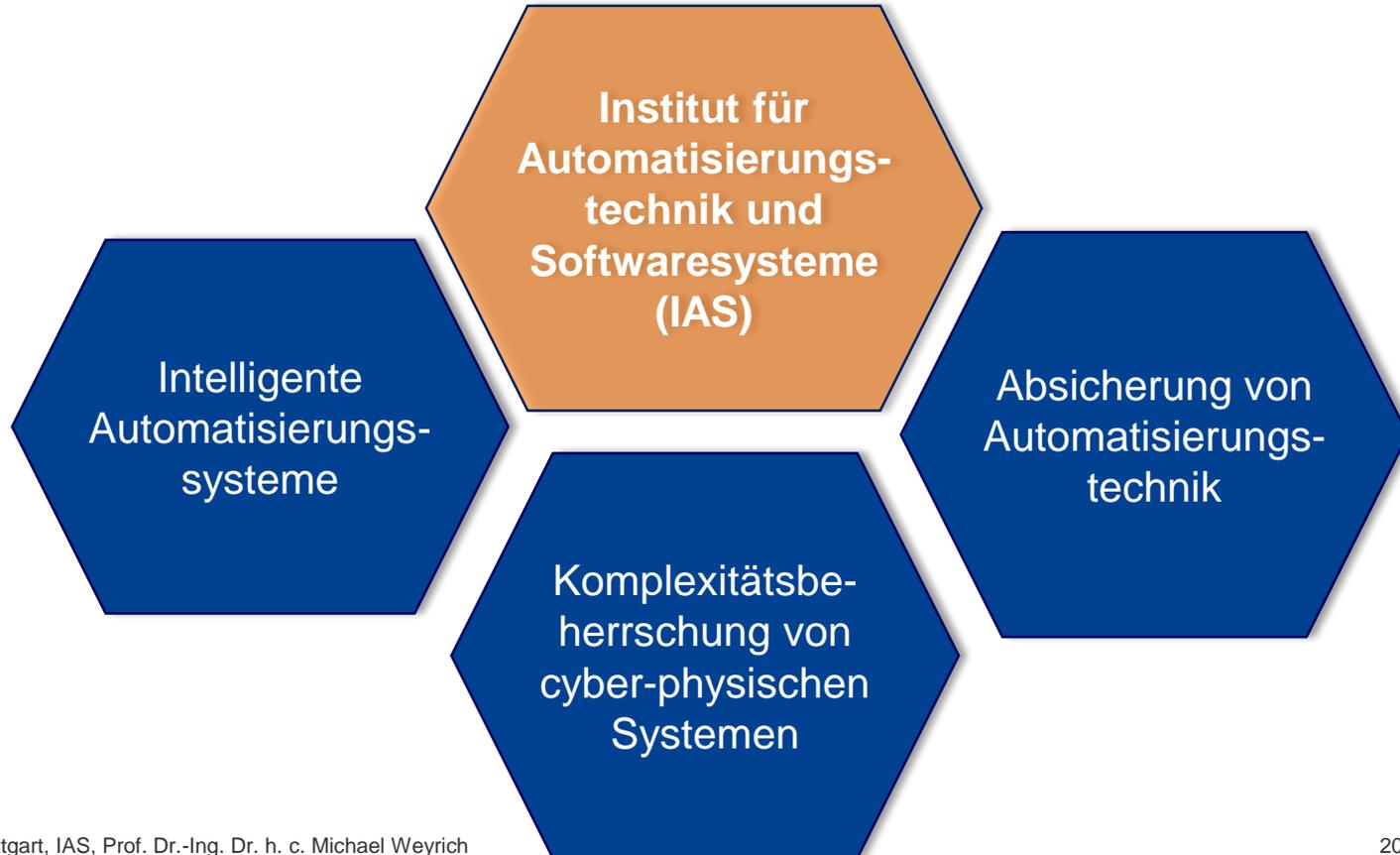
# Beteiligung an Studiengängen

---

- B. Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik
- B. Sc. Mechatronik
- B. Sc. Medizintechnik
- B. Sc. Erneuerbare Energien
- B. Sc. Technische Kybernetik
- B. Sc. Technikpädagogik
- B. Sc. Informatik
- M. Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik
- M. Sc. Mechatronik
- M. Sc. Medizintechnik
- M. Sc. Information Technology
- M. Sc. Autonome Systeme
- M. Sc. Elektromobilität
- M. Sc. Nachhaltige Elektrische Energieversorgung
- M. Sc. Technikpädagogik
- M. Sc. Verkehrsingenieurwesen

# Forschungsschwerpunkte des IAS

Die Forschungen der Automatisierungstechnik orientieren sich an Anwendungen in der produzierenden Industrie, Automotive sowie der urbanen Lebenswelt.



# Forschungsschwerpunkt: Intelligente Automatisierungssysteme

Intelligente Automatisierungssystemen bieten Chancen im Bereich der Optimierung, der Flexibilisierung sowie ein vernetztes Informationsmanagement.

- Autonome Integration von Automatisierungskomponenten (Self-X)
- Optimierung von Automatisierungssystemen aufgrund von Prozessdaten (Machine Learning, Big Data, Data Analytics)
- Einsatz von verteilten Steuerungsverfahren zur Koordination
- Assistenzsysteme zur Unterstützung im Engineering



# Forschungsschwerpunkt: Komplexitätsbeherrschung von CPS

Digitale Abbilder, die Vernetzung und Kooperation ermöglichen ein neuartiges Engineering und Arbeitsprozesse. Gleichzeitig steigt die Komplexität der Cyber-physischen Systeme aufgrund von Software und IT.

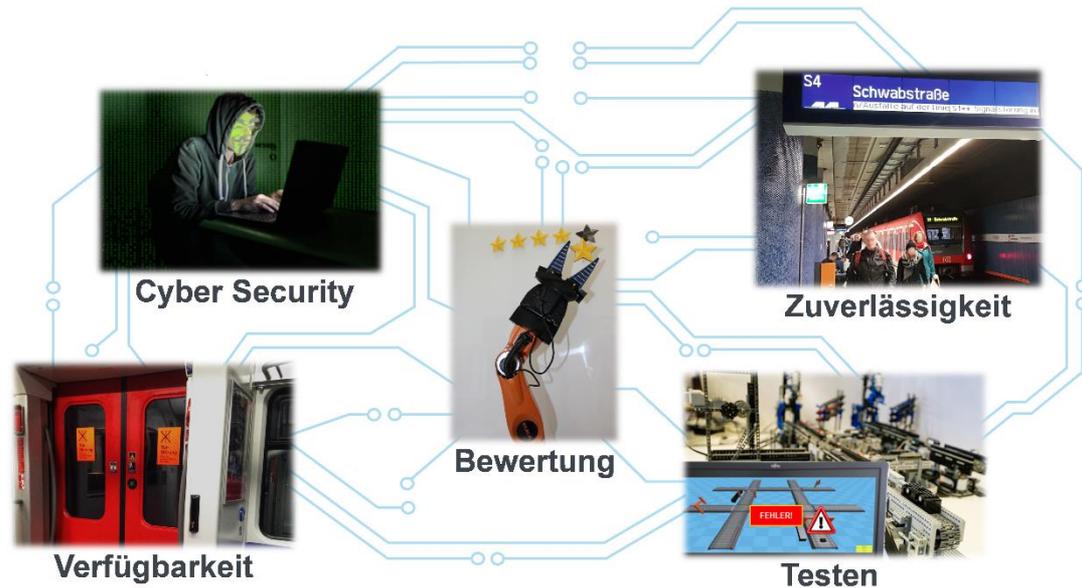
- Modellgetriebene Entwicklung verteilter Anlagensteuerungen
- Modellbasierter Test dynamisch veränderlicher Soft- und Hardwaresysteme
- Digitaler Zwilling und dessen Anwendung
- Mensch-Maschine-Kooperation in einer hybriden Realität



# Forschungsschwerpunkt: Absicherung von Automatisierungstechnik

Die Qualität von automatisierten Systemen im Sinne der Verbesserung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit ist ein zentrales Thema in der Automatisierung.

- Ermittlung und Bewertung der Zuverlässigkeit automatisierter Systeme im Internet der Dinge
- Fehlermanagement und automatische Rekonfiguration zur Erhöhung der Verfügbarkeit
- Test von automatisierten Systemen und Erkennen von Anomalien



# Modellprozesse am IAS

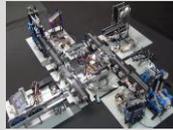
Die Modellprozesse dienen der Darstellung spez. Automatisierungstechnologie und verdeutlichen die Einsatzmöglichkeiten von Softwaresystemen.

## Intelligente Automatisierungssysteme



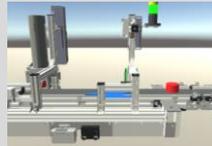
OPC-UA zur Produktionssteuerung

Data Analytics in der Fertigung



Industrie 4.0 Montage-Anlage

Simulation der Anlagenmodernisierung



Almhüttenszenario Internet of Things

## Komplexitätsbeherrschung von CPS

AutoSAR



eProduction-System

Modulares Produktionssystem



Fahrsimulator

## Absicherung von Automatisierungstechnik



TestIAS mit Virtual Reality

Automatisierte Abfüllanlage



Testfortschrittsübersicht		
	Variante 1	Variante 2
Subsystem 0		
A Komponente A	Green	Red
B Komponente B	Green	Red
C Komponente C	Green	Red
D Komponente D	Green	Red

Assistenzsystem Testfallpriorisierung

Smartphonebasierte Fehlerdiagnose



# BMWi-Projekt EMuDig40

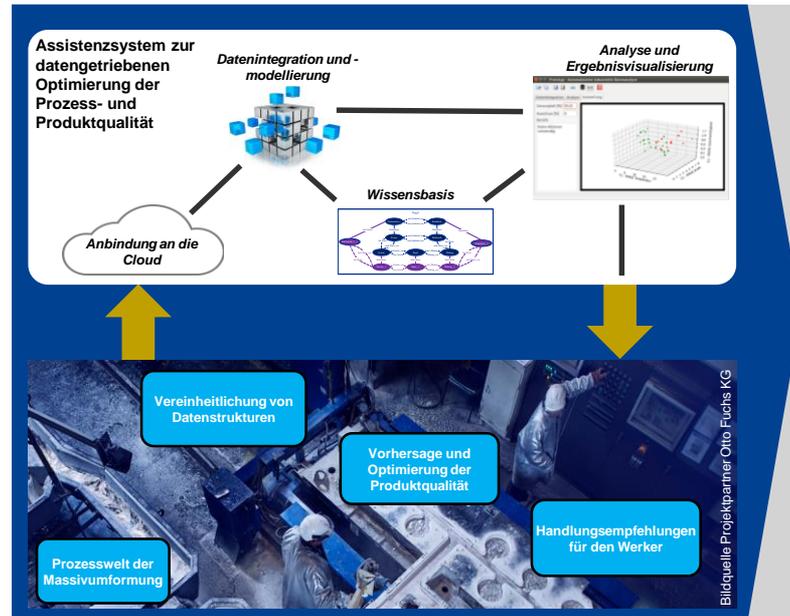
## Datenanalyse in der Qualitätssicherung

### Anforderungen:

- Analyse von Prozessdaten zur Einhaltung definierter Qualitätsmerkmale
- Handlungsempfehlungen an den Werker

### Kerntechnologien:

- PLC-basierte Datenerfassung
- Merkmalsextraktion
- Data Analytics (online/offline)



### Motivation

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

### Ansatz

- Systematische Extraktion unbekannter Zusammenhänge und Muster
- Datenerfassung und -integration, Dimensionsreduktion, Datenanalyse, Handlungsempfehlungen
- Datengetriebene Qualitätsoptimierung

# TANTUM (Kooperation mit IKTD und Compware Medical)

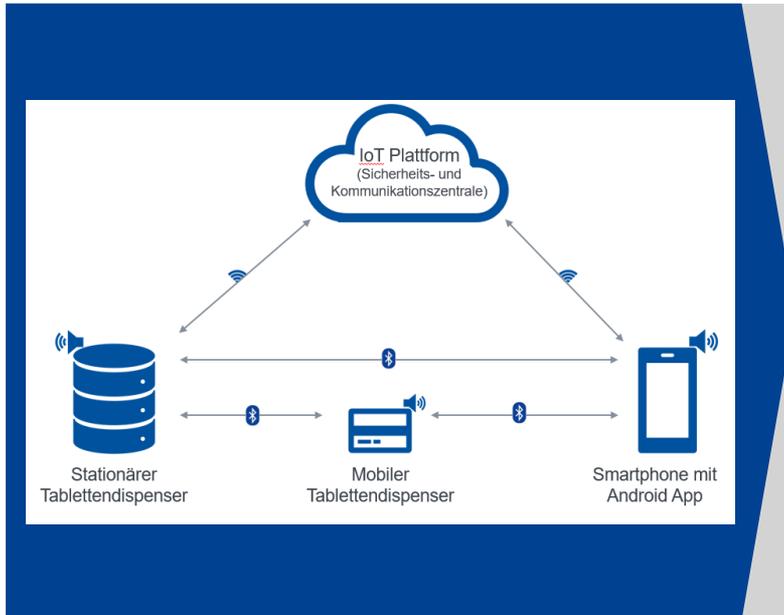
## Nutzerzentriertes Tablettendispenser-Gehäuse und Apotheken-Bestückungssystem

### Anforderungen:

- Ein vernetztes System zur Gewährleistung einer regelmäßigen und präzisen Medikamenteneinnahme mit Hilfe eines stationären und mobilen Tablettendispensers

### Kerntechnologien:

- Datenflussprogrammierung
- Multimodale, adaptive Benutzerschnittstelle
- Internet of Things



### Ansatz

- Implementierung eines IoT-Ansatzes für die stationäre sowie mobile Nutzung
  - Automatische Erfassung des Medikationsplans, der Alarm- und Tablettenausgabe sowie der Entnahmedetektion
  - Personalisierte Unterstützung durch Alarmeinstellung und adaptive Alarmierung
- Realisierung einer multimodalen, altersgerechten Benutzerschnittstelle mittels optischer, akustischer und haptischer Kanäle

# Digitaler Zwilling (Kooperation mit der Firma Siemens AG)

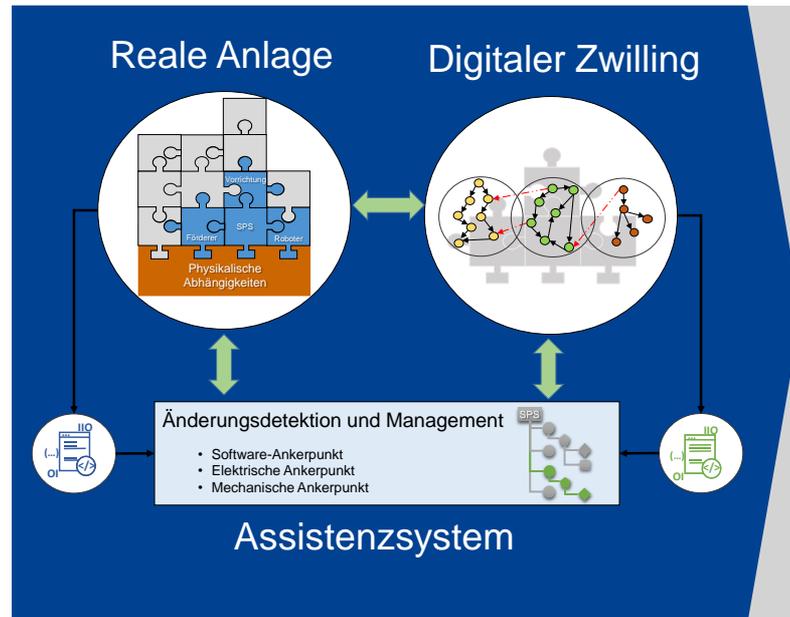
## Synchronisierung der digitalen Modellen mit der realen Fertigungszelle

### Anforderungen:

- Domänenübergreifende Synchronisierung der Engineering Modelle mit einer realen Fertigungszellen im Betrieb

### Kerntechnologien:

- Engineering- und Simulationsmodelle
- Roboter-/SPS-Codeanalyse
- Entscheidungsbaum und Assistenzsystem



### Ansatz

- Disziplinspezifische Änderungsdetektion in der Automatisierungstechnik (Ankerpunkte)
  - Konsistenzprüfung zwischen detektierten Ankerpunkten mit Hilfe eines Entscheidungsbaums
  - Softwareunterstützte Synchronisierung der Änderungen im Digitalen Zwilling
- Zeit- und Kostenersparnis beim Umbau-Engineering im Betrieb.

# DFG-Projekt FlexA (Kooperation mit der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg)

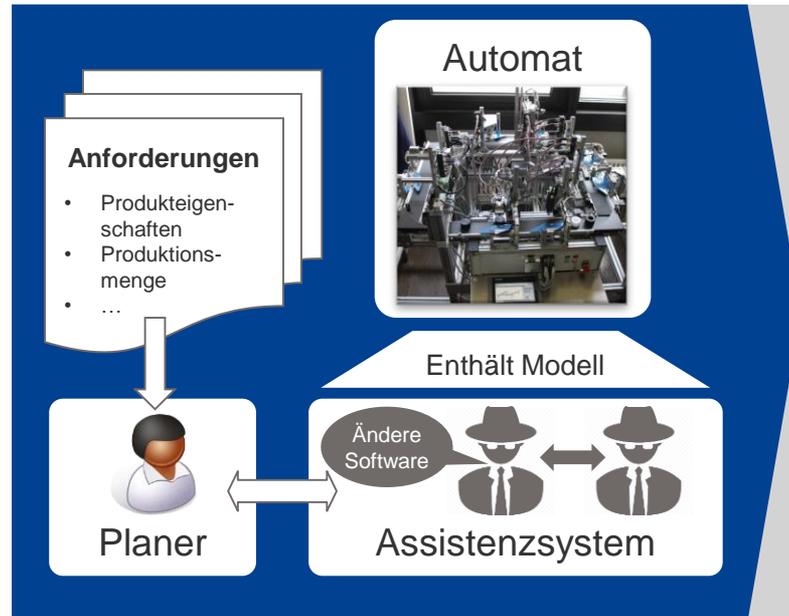
## Flexibilisierung von Montage- und Handhabungsautomaten mithilfe von Agentensystemen

### Anforderungen:

- Methodische Unterstützung des Planers bei der Flexibilisierung
- Generierung und Bewertung von Umbauvorschlägen anhand von Anforderungen

### Kerntechnologien:

- Produkt-, Prozess-, Ressourcen-Anlagenmodell
- Agentenbasiertes Assistenzsystem



### Ansatz

- Beschreibung des Automaten mithilfe eines Modells, Agenten als Stellvertreter von Komp.
- Automatisierte Überprüfung von Produktionsanfragen
- Generierung und Bewertung von Umbauvorschlägen mithilfe des Anlagenmodells
- Entscheidungsunterstützung und Assistenz bei der Flexibilisierungs-Planung

# DFG-Projekt GekoProAg (Kooperation mit dem ITE)

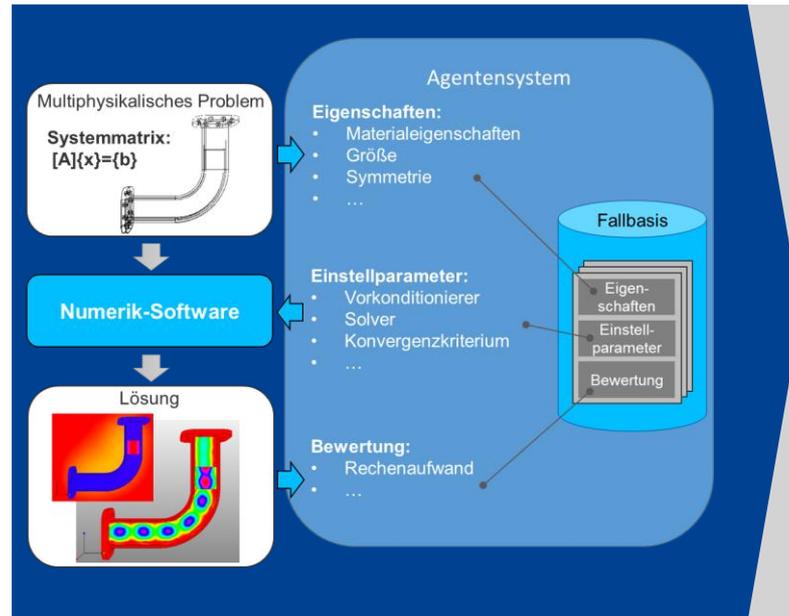
## Dezentrale multiphysikalische Simulationen gekoppelter Probleme

### Anforderungen:

- Intelligente Zerlegung und Kooperation zur dezentralen Simulation
- Verbesserung der Simulationskonfiguration

### Kerntechnologien:

- Softwareagenten
- Simulationen
- Case-Based Reasoning



### Ansatz

- Separate Betrachtung unterschiedlicher physikalischer Effekte
- Softwareagenten zur Koordination und zum Austausch von Randbedingungen
- Case-Based Reasoning zur Optimierung der Simulationskonfigurationen
- Unterstützung des Ingenieurs bei der Durchführung multiphysikalischer Simulationen auf vernetzten PCs

# DFG-Projekt DEPIAS (Kooperation mit dem IFT)

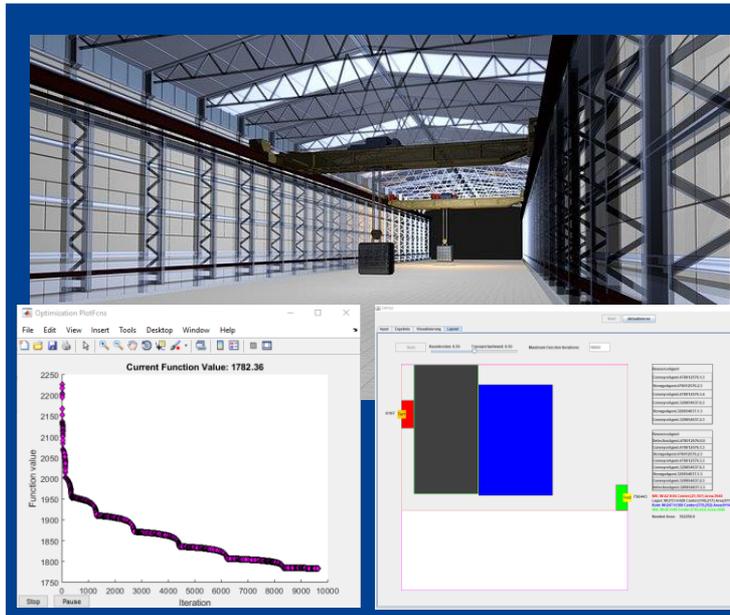
## Dezentrale selbstorganisierte Planung von Intralogistiksystemen mit Hilfe von Agenten

### Anforderungen:

- Unterstützung des Planers in der Grobplanungsphase von Intralogistiksystemen

### Kerntechnologien:

- Agententechnologie (Selbstorganisation)
- Metaheuristik (Layoutoptimierung)



### Ansatz

- Planung von Materialflusssystemen wird als dialogbasierter Prozess modelliert und auf Agentensystem übertragen
- Agenten vertreten Ressourcen und versuchen diese in das zu planende Materialflusssystem zu integrieren
- Finden von möglichen Konstellationen für das zu planende Materialflusssystem

# Föderiertes maschinelles Lernen

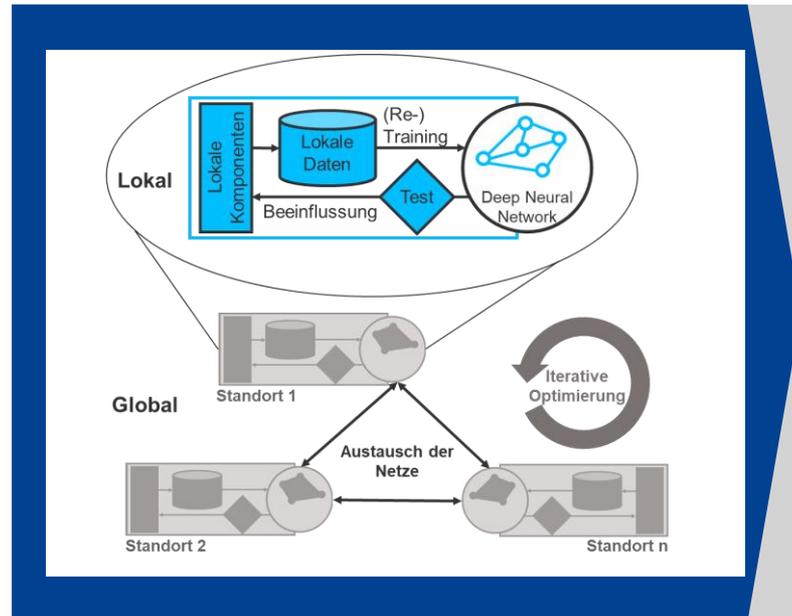
Lernfähige Automatisierungssysteme mit dezentraler Datenhaltung

## Anforderungen:

- Effizientes Lernen wie auf globaler Datenbasis (bspw. Verschleißvorhersage)
- Datenbasis bleibt lokal

## Kerntechnologien:

- Föderierter Deep-Neural-Network Algorithmus
- Client-to-Client-Kommunikationsarchitektur



## Motivation

- Effizientes maschinelles Lernen frei von Datenschutz-Problemen in die industrielle Praxis bringen

## Ansatz

- Training von Netzen auf lokalen Datensätzen
- Weitergabe trainierter Netze an andere Standorte und Weiter-Training auf dortigen lokalen Datensätzen
- Globales Lernen auf lokalen Daten

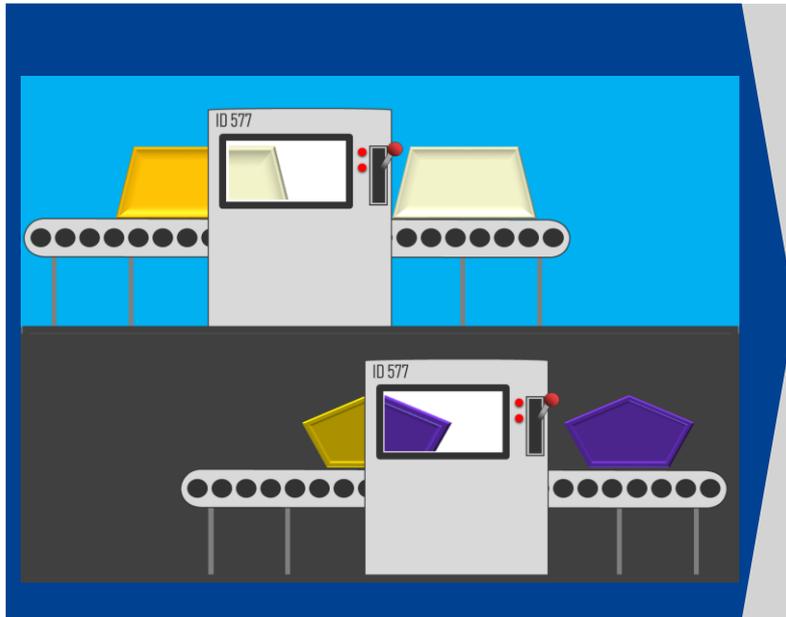
# Selbstorganisiertes Rekonfigurationsmanagement Cyber-Physischer Produktionssysteme (CPPS)

## Anforderungen:

- Bereicherung von CPPS um die Fähigkeit zu einem selbstorganisierten Rekonfigurationsmanagement

## Kerntechnologien:

- Modellierung von CPPS
- Simulationsbasierte Optimierung
- Agententechnologie (Umsetzung der Intelligenz zur Selbstorganisation)



## Ansatz

- Nutzung und Realisierung der Potenziale von CPPS zur Selbstorganisation:
  - Verwendung einer geeigneten Methodik für das Rekonfigurationsmanagement.
  - Umsetzung der Methodik durch die Intelligenz des CPPS und seiner Komponenten.
- CPPS reagiert selbstständig auf Anforderungsänderungen zur Betriebszeit und findet eine geeignete Konfiguration.

# Kooperation mit folgenden Firmen

- CompWare Medical GmbH
- Daimler AG
- Diffblue Ltd.
- Festo AG & Co. KG
- Hirschvogel Umformtechnik GmbH
- iss (Innovative Software Services GmbH)
- OTTO FUCHS KG
- Robert Bosch GmbH
- Siemens AG
- SMS group GmbH
- Vector Consulting GmbH
- Vector Informatik GmbH



**BOSCH**  
Technik fürs Leben



**DAIMLER** **SIEMENS**



**diffblue**  
AI for Code

**FESTO**



OTTO FUCHS

**vector**



**Hirschvogel**  
**Automotive Group**

**SMS**  **group**

# Maker Space

Das IAS unterstützt Start-ups auf ihrem Weg und kooperiert in Forschungsprojekten.



Indoor  
Navigation  
Systems

Jan. 2017 – Dez. 2017

**EXIST**



Simulation und  
Inbetriebnahme von  
Robotern in Virtual Reality

Apr. 2014 – März 2015

**EXIST**

März 2016 – Feb. 2018

**Junge Innovatoren**



Create technologies that  
combine power generation  
with efficient control  
systems.

Juni 2014 – Mai 2015

**EXIST**

Juni 2015 – Mai 2016

**Junge Innovatoren**



Universität Stuttgart

**Vielen Dank!**



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

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

Web [www.ias.uni-stuttgart.de](http://www.ias.uni-stuttgart.de)

Telefon +49 (0) 711 685-67301

Fax +49 (0) 711 685-67302

Universität Stuttgart

Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme

Pfaffenwaldring 47

70550 Stuttgart