



Universität Stuttgart
Institut für Automatisierungstechnik
und Softwaresysteme



Forschung und Lehre am IAS

2020

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



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.



Informationen über das Institut

- MitarbeiterInnen
 - Institutsleitung: 2
 - Promovierende: 15
 - Technisches Personal und Verwaltung: 5
 - Auszubildende: 1

- Promotionen 2019: 2

- Abschlussarbeiten 2019: 64

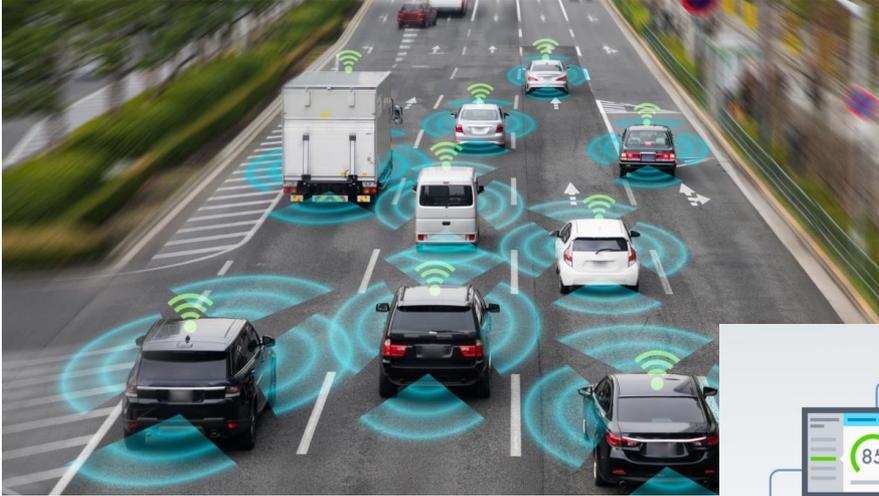
- Abgenommene Prüfungen 2019: 947

- Veröffentlichungen 2019: 21

- Wissenschaftliche Hilfskräfte pro Jahr: 40-50

NEU!! Master of Science Autonome Systeme

Prof. Weyrich ist Studiendekan des M.Sc. Autonome Systeme



Lehrveranstaltungen des IAS

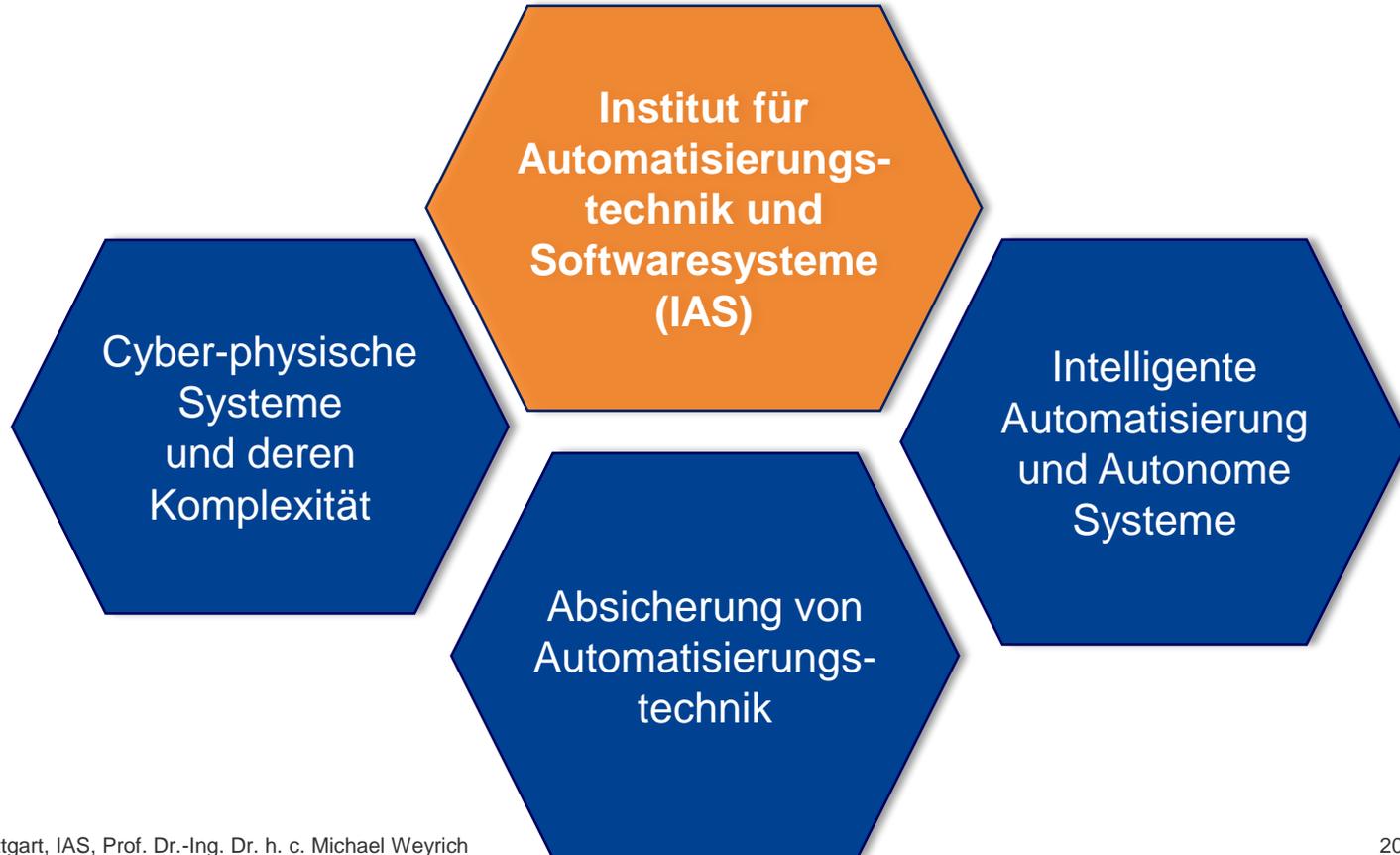
- Automatisierungstechnik I
- Automatisierungstechnik II
- Technologien und Methoden der Softwaresysteme I
- Technologien und Methoden der Softwaresysteme II
- Software Engineering for Real-Time Systems
- Industrial Automation Systems
- Vernetzte Automatisierungssysteme (geplant ab WS20/21)
- Grundlagen der Softwaresysteme
- Ringvorlesung: Forum Software und Automatisierung
- Ringvorlesung: Aspekte Autonomer Systeme
- Verlässlichkeit intelligenter verteilter Automatisierungssysteme
- Seminar Intelligente Cyber-physische Systeme (geplant ab WS20/21)
- Praktikum „Softwaretechnik“
- Praktikum „Automatisierungstechnik“
- Fachpraktikum "Einführung in die Programmierung von Mikrocontroller-Systemen"

Beteiligung an Studiengängen

- Prof. Weyrich ist **Studiendekan** des M. Sc. Autonome Systeme
- 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. Autonome Systeme
- M. Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik
- M. Sc. Mechatronik
- M. Sc. Medizintechnik
- M. Sc. Information Technology
- M. Sc. Electrical Engineering
- 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.



Schwerpunkt: Komplexitätsbeherrschung von CPS

Wie kann die Komplexität von cyber-physischen Systemen im Engineering und Betrieb beherrschbar gemacht werden?

Forschungsthemen am IAS

- Digitaler Zwilling und dessen Anwendung
- Co-Simulation cyber-physischer Systeme in der Automatisierungstechnik
- Modellgetriebene Entwicklung und Test dynamisch veränderlicher Soft- und Hardwaresysteme
- Autonomes Rekonfigurationsmanagement

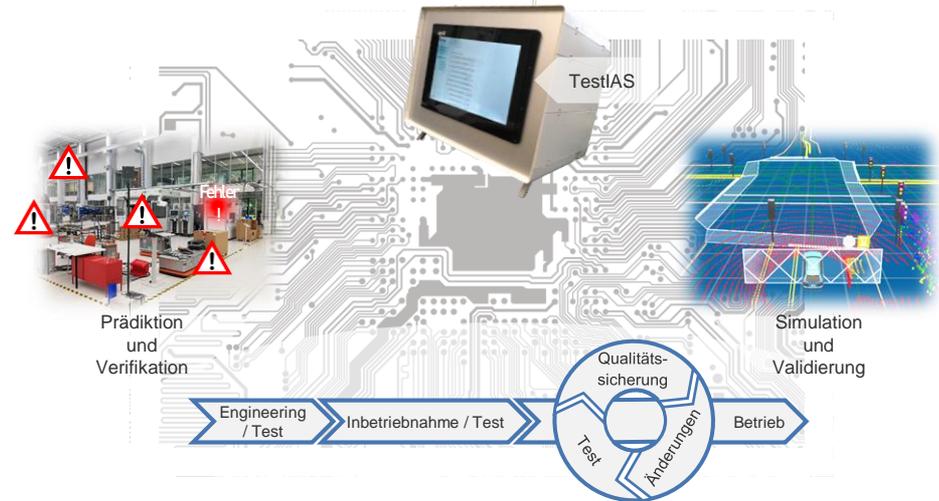


Schwerpunkt: Absicherung von Automatisierungstechnik

Wie können wir uns auf die Qualität von automatisierten Systemen im Sinne der Zuverlässigkeit, Sicherheit und Verfügbarkeit verlassen?

Forschungsthemen am IAS

- Test zur Verifikation und Validierung auf System- und Komponentenebene
- Ermittlung und Bewertung der Zuverlässigkeit automatisierter Systeme im Internet der Dinge
- Test von automatisierten Systemen und Erkennen von Anomalien

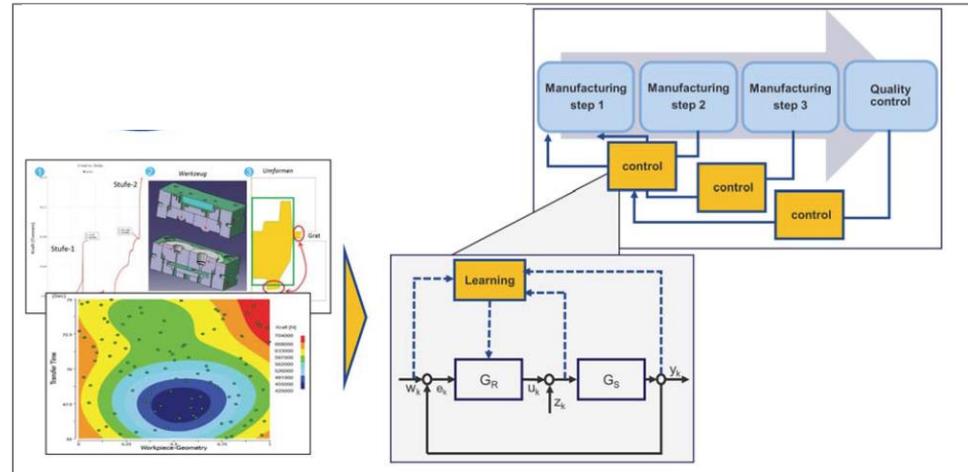


Schwerpunkt: Intelligente Automatisierung und Autonome Systeme

Automatisieren sich technische Systeme von Morgen selber?

Forschungsthema am IAS:

- Optimierung von Automatisierungssystemen mittels Machine Learning und Big Data Analyse
- Intelligente Automatisierung zur benutzerorientierten Unterstützung im Alter
- Dezentrales, kooperatives maschinelles Lernen in der Automatisierung
- Simulation von Autonomiekonzepten



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 Universität Stuttgart:

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



Universität Stuttgart

ARENA2036

Forschungsfabrik

CyberValley

Lernende Systeme



Technologietransfer

Modellprozesse am IAS

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

Intelligente Automatisierung & Autonome Systeme



Intelligentes Lager (ARENA 2036)

Data Analytics in der Fertigung



Industrie 4.0 Montage-Anlage

Kontextbewusster Tabletendispenser



OPC-UA zur Produktionssteuerung

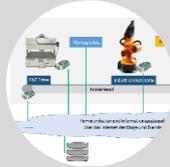
Komplexitätsbeherrschung von CPS

Digitaler LKW-Zwilling



Plug & Simulate

Simulation der Anlagenmodernisierung



eProduction-System

Modulares Produktionssystem



Absicherung von Automatisierungstechnik



Intelligenter Test autonomer Systeme

Blockchain Anwendungsszenarien



TestIAS mit Virtual Reality

Smartphonebasierte Fehlerdiagnose



Assistenzsystem Testfallpriorisierung

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.

RoboTest

Validierung und Verifikation
von hochautomatisierten und
autonomen Systemen

ab 2020

VC



Indoor
Navigation
Systems

Jan. 2017 – Dez. 2017

EXIST

Aug. 2019 – Juli 2022

EUREKA-Projekt



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

Ankerpunktmethode zur Synchronisierung des Digitalen Zwillings

Synchronisierung der Modelle mit den realen Systemen als Basis intelligenter Systeme

Anforderungen:

- Domänenübergreifende Synchronisierung der Engineering-Modelle mit Systemen im realen Betrieb

Kerntechnologien:

- Engineering- und Simulationsmodelle
- Steuerungscodeanalyse
- 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

Lernfähige Qualitätsregelung

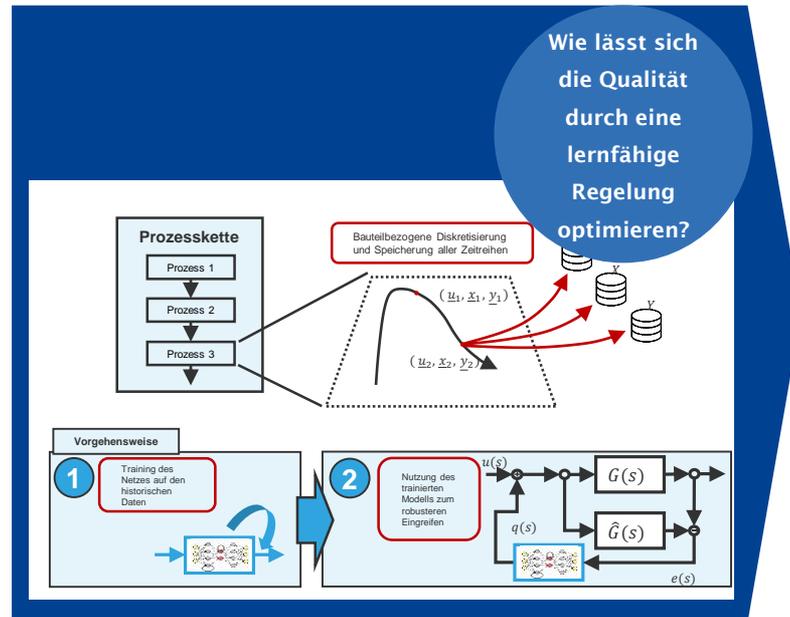
Regelung der diskreten Fertigung auf Basis von Long Short-Term Memory-Netzen

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

Co-Simulation (Kooperation mit Vector Informatik)

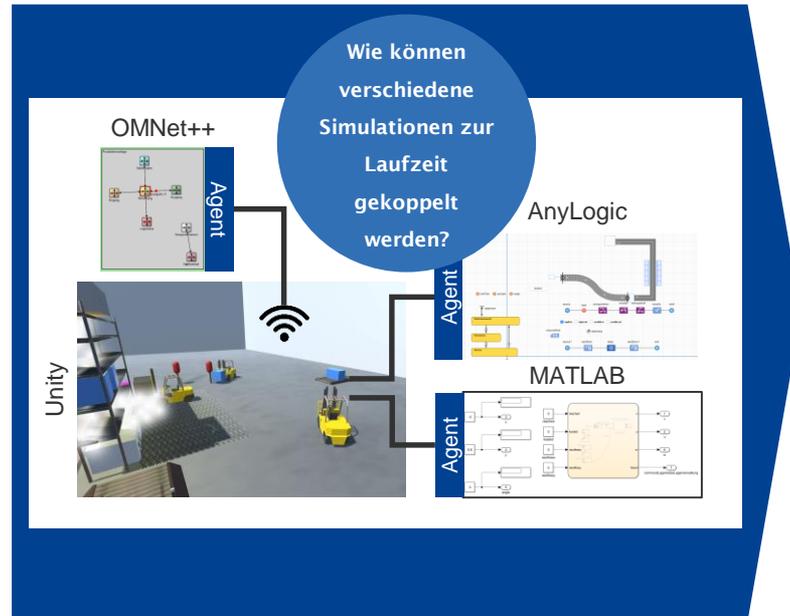
Dynamische Co-Simulation von heterogenen Internet der Dinge-Systemen

Anforderungen:

- „Plug-and-Simulate“-fähige Co-Simulation von heterogenen und dynamisch zur Laufzeit erweiterbaren IoT-Systemen

Kerntechnologien:

- Agentenbasierte Co-Simulation
- Komponenten- und Prozessmodellierung mit MATLAB, AnyLogic, Unity, OMNet++, ...



Ansatz

- Framework zur Verknüpfung von Simulationen über ein Agentensystem
- Anbindung der Simulationen über Schnittstellenadaptoren
- Serviceorientierte Modellierung der Kommunikation und physikalischen Prozesse
- Synchronisierung der Teilsimulationen über zentralen Taktgeber

Assistenz zur Modernisierung von Automatisierungssystemen

Wie können wir alte Anlagen modernisieren und zukunftsfähig machen?

Anforderungen:

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

Kerntechnologien:

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



Ansatz

- Aufwandsarme Modellierung des Automaten, Agenten als Stellvertreter von Komponenten
- Automatisierte Überprüfung von Produktionsanfragen
- Generierung und Bewertung von Umbauvorschlägen mithilfe des Anlagenmodells
- Entscheidungsunterstützung und Assistenz bei der Modernisierungsplanung

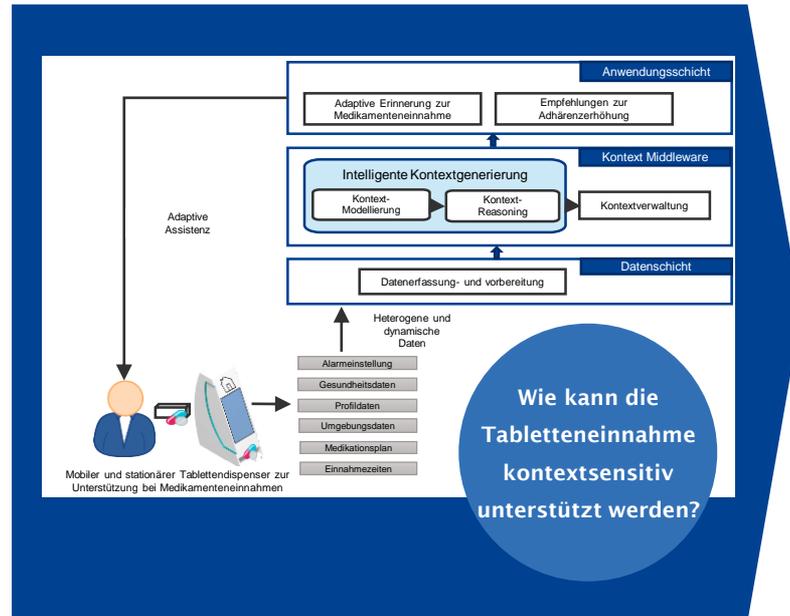
Assistenzsystem zur adaptiven Nutzerunterstützung im Kontext von Ambient Assisted Living

Anforderungen:

- Wiederverwendbares Konzept zur adaptiven Unterstützung älterer Menschen mit Hilfe von intelligenten Assistenzsystemen

Kerntechnologien:

- Kontextbewusste Automatisierungssysteme
- Middleware-basierte Architektur
- Hybride Lernmethoden zur heterogenen Datenverarbeitung



Ansatz

- Entwicklung eines Tablettendispensers als IoT-Ansatz für stationäre sowie mobile Nutzung
- Automatische Erfassung des Medikationsplans, der Alarm- und Tablettenausgabe sowie der Entnahme
- Personalisierte Unterstützung durch Alarminstellung und adaptive Alarmierung
- Anbindung an eine Middleware zur kontextbasierten Adhärenzermittlung und für nutzerspezifische Empfehlungen

Selbstorganisiertes Rekonfigurationsmanagement

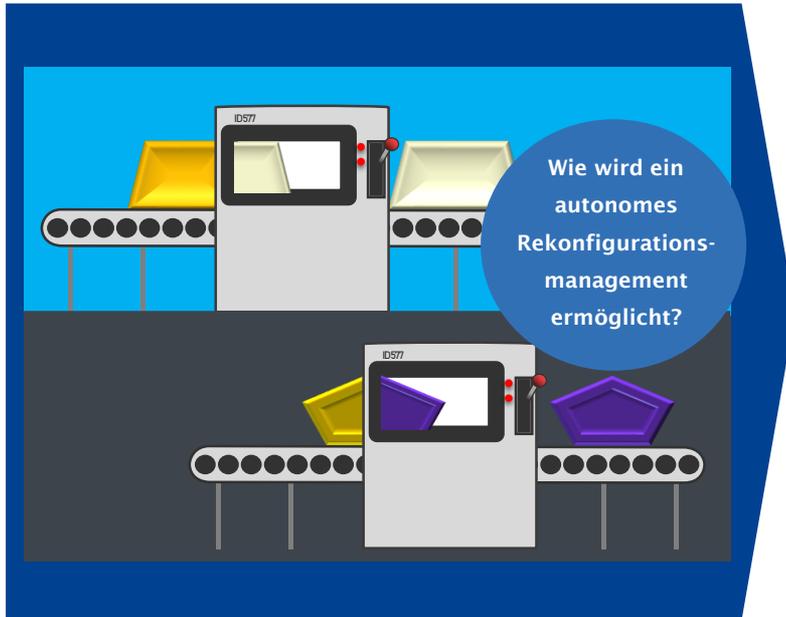
Dezentrale selbstorganisierte Planung von Automatisierungssystemen

Anforderungen:

- Unterstützung des Planers in der Grobplanungsphase von Automatisierungssystemen

Kerntechnologien:

- Agententechnologie (Selbstorganisation)
- Metaheuristik (Layoutoptimierung)



Ansatz

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

Absicherung von Automatisierungssystemen nach Updates

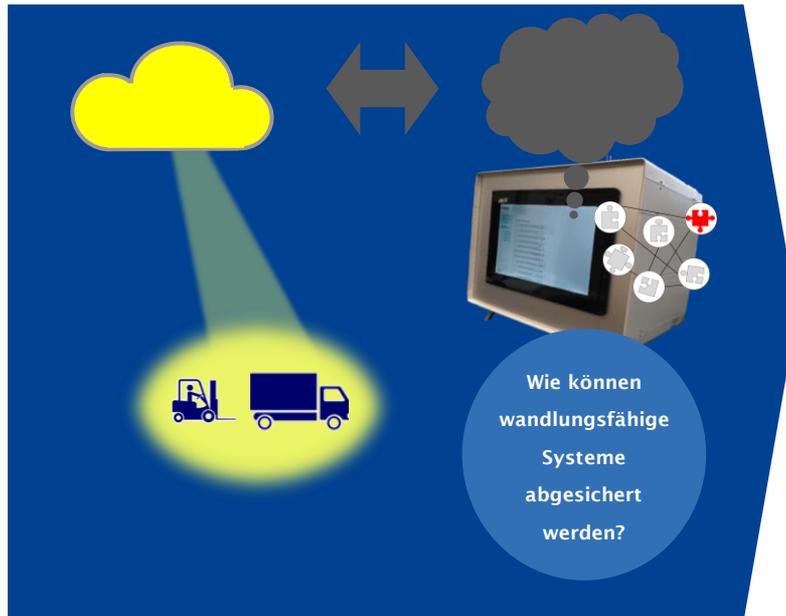
Modellbasierte Analyse von Steuerungssoftware zur effizienten Absicherung wandlungsfähiger Automatisierungssysteme

Anforderungen:

- Auswirkungen von Software-Funktionsänderungen in der Betriebsphase müssen vor Inbetriebnahme durch Tests abgesichert werden

Kerntechnologien:

- Methoden der Modellierung, um Betreiber bei der Absicherung von Softwareänderungen zu unterstützen



Ansatz

- Abhängigkeitsmodellierung
- Automatisches Model Checking
- Funktionale Verifikation

KI für Intelligentes Testen Autonomer Systeme

Validierung und Verifikation von autonomen Systemen und deren Komponenten

Anforderungen:

- Hersteller kündigen Konzepte für autonome Systeme an, doch es werden Tools zur Absicherung benötigt

Kerntechnologien:

- Verfahren der Computational Intelligence
- Probabilistische Verfahren (z.B. Bayes'sche Netze)

Wie können autonome Systeme intelligent getestet werden?

The collage features several elements: a car's dashboard with a steering wheel and multiple screens; a virtual environment showing a person walking on a path with a speedometer overlay; a large, complex tree diagram with many branches, likely representing a test case hierarchy; and a table with columns for test cases and results, including a section titled 'Kritische Ergebnisse in Zusammenfassung'.

Ansatz

- Testfälle werden mit AI gruppiert
- Deep Rule Learning für transparente Regeln
- Priorisierung der Testfälle



Universität Stuttgart

Vielen Dank!



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

E-Mail michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de

Web 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