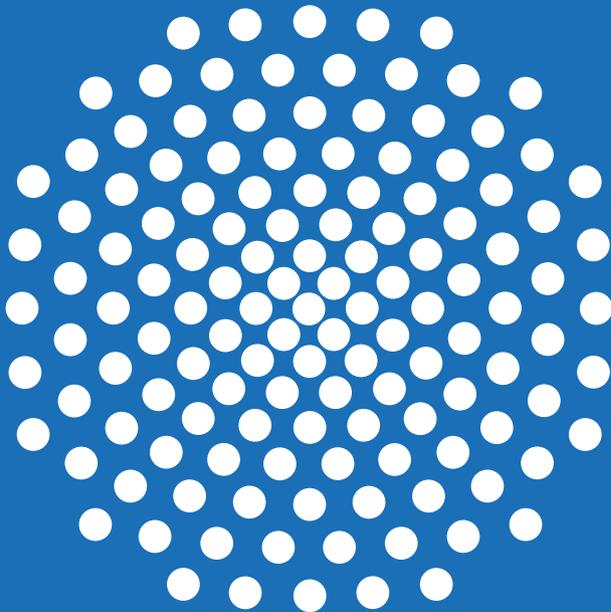
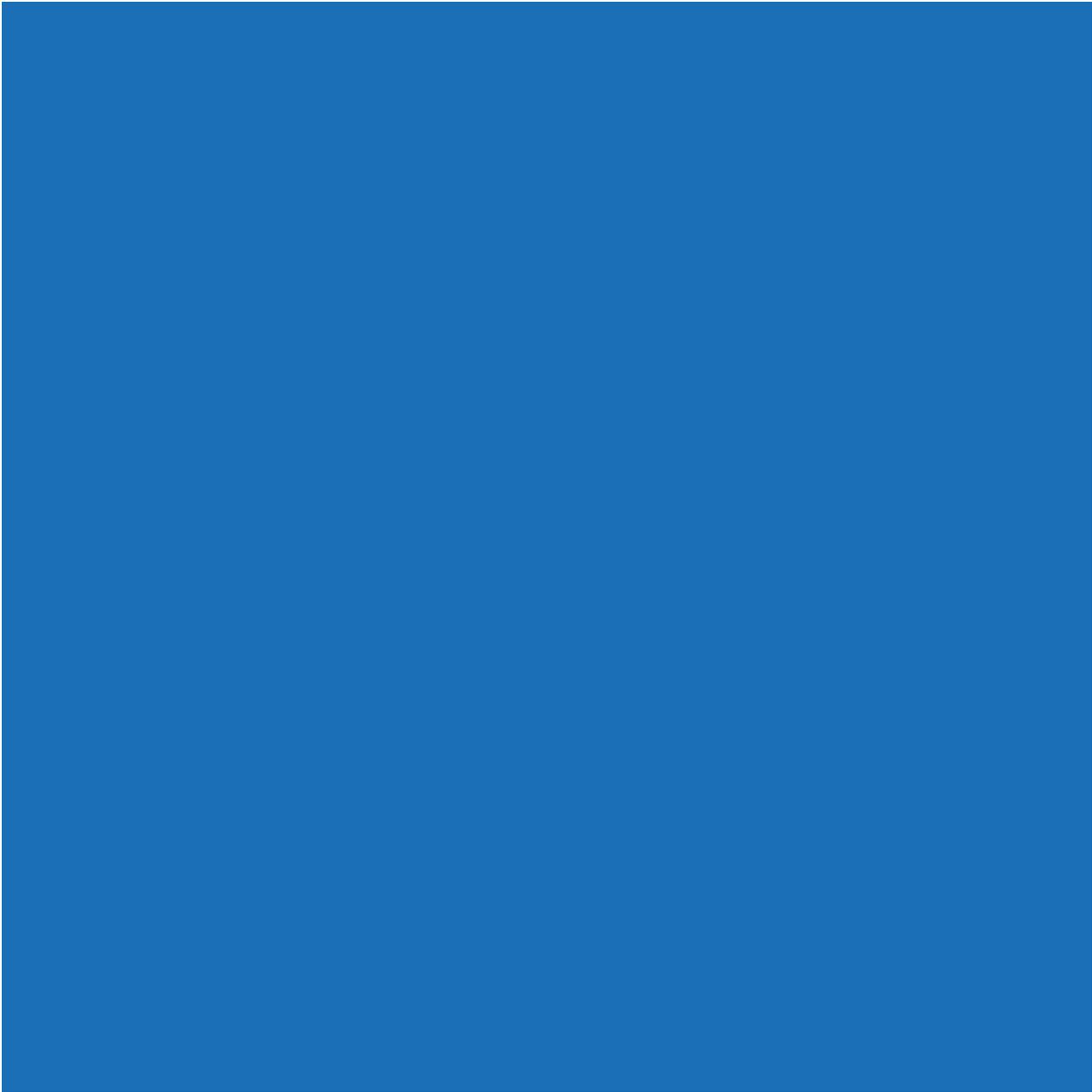


Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme

# Tätigkeitsbericht 2019





# VORWORT



Liebe Freunde und Ehemalige des Institutes!

Im Jahr 2019 haben wir zahlreiche Initiativen vorangebracht, die wir Ihnen in diesem Bericht gerne vorstellen. Dabei haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am IAS großen Einsatz und Flexibilität gezeigt.

Als erste in Deutschland konnten wir einen Masterstudiengang zum Thema Autonome Systeme etablieren, dem ich als Studiendekan vorstehe. Dieser Studiengang ist fakultätsübergreifend ausgelegt und verbindet unsere Themen der Informationstechnik und Informatik mit denen der Anwendungen in der Fahrzeugtechnik, der Luft- und Raumfahrt sowie der Energie- und Produktionstechnik. In diesem Zusammenhang haben wir am Institut neue Lehrveranstaltungen im Thema entwickelt und bestehende angepasst.

Der Bereich der Forschung war geprägt durch zahlreiche Projektinitiativen. Ebenfalls Fahrt aufgenommen hat das Gebiet der künstlichen Intelligenz für die Automatisierungstechnik. So konnten wir am Institut unsere Ergebnisse im Bereich des Anomalieerkennens gemeinsam mit unseren Industriepartnern auf der Hannover Messe Industrie im Frühjahr vorstellen. Im Sommer veranstalteten wir eine Konferenz zum Thema 5G in der Automatisierungstechnik und im November kam ein internationales Didaktik-Transferprojekt mit der Universität Hefei in China zustande. Auch gab es 2019 wieder etliche Veröffentlichungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Interviews und erstmalig auch einen Hackathon im Forschungscampus ARENA2036. Da es im Bereich Autonome Systeme und deren Tests großen Handlungsbedarf gibt, werden wir uns damit noch intensiver auseinandersetzen. Ein gewonnener DFG-Großgeräteantrag wird uns hierbei unterstützen und die Basis für neue Forschungsaktivitäten bieten.

Durch die spürbare und stetige Internationalisierung einhergehend mit den eigenen Vorstellungen der „Generationen Y und Z“ haben wir einen Kulturwandel und damit auch einen Wandel in der akademischen Welt vor uns. Wir haben uns als Ziel gesetzt, diesen Wandel durch gezielte Nachwuchsförderung aktiv mitzugestalten.

Viel Freude beim Einblick in unsere Aktivitäten im vergangenen Jahr 2019.

Ihr

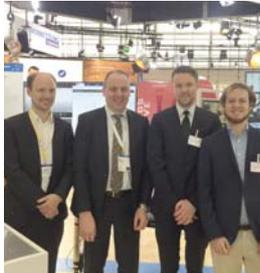
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Süß', written in a cursive style.



29.01.2019

## IAS-ROBOTERWETTRENNEN IM FACHPRAKTIKUM SOFTWARETECHNIK 2019

Im Januar fand wieder das IAS-Roboterwettbewerb statt. Es traten diesmal vier Teams mit 32 Teilnehmenden gegeneinander an. Aufgabe war es, eine Software zu entwickeln, die die Roboter mithilfe eines Kamerasystems autonom durch unbekannte Hindernisse in ein gegnerisches Ziel navigierte. Gewonnen hat das Team „Raccoon“.



01.04.2019

## INTELLIGENTES ASSISTENZSYSTEM DES IAS AUF DER HANNOVER MESSE INDUSTRIE

Am Stand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie präsentierte das IAS sein Assistenzsystem für die Rückverfolgung, Regelung und das Lernen aus Daten der Massivumformung. Im Rahmen des Projektes EMuDig 4.0 wurde gezeigt, wie die Massivumformung durch Digitalisierung der gesamten Wertschöpfungskette profitiert.



01.04.2019

## PODIUMSDISKUSSION ZUM THEMA 5G IN DER FABRIK DER ZUKUNFT

Am 01.04.2019 fand anlässlich der Hannover Messe Industrie eine Podiumsdiskussion zum Thema „5G in der Fabrik der Zukunft - Chancen, Herausforderungen und Grenzen“ statt. Wilfried Bauer, Dr. Lutz Rauchhaupt, Thomas Schildknecht und Prof. Weyrich diskutierten über die fünfte Mobilfunkgeneration und deren Entwicklung.

# NEWS



14.05.2019

## 1. IVS-HACKATHON-WETTBEWERB

Der Informatik Verbund Stuttgart, dem seit November 2018 Prof. Weyrich als Vorstand und Dr. Jazdi als Geschäftsführer vorstehen, veranstaltete am 10.05. und 11.05.2019 den 1. IVS-Hackathon im Forschungscampus ARENA2036. 34 Studierende und Doktoranden arbeiteten dabei zwei Tage und eine Nacht an eigenen Ansätzen zum Einsatz von Indoor-Lokalisierungssystemen für die Realisierung von Industrie 4.0.



02.07.2019

## VDI-INTERVIEW VON PROF. WEYRICH ZUR FRAGE: WAS MACHT DAS AUTONOME SYSTEM AUTONOM?

Anlässlich des VDI-Leitkongresses AUTOMATION in Baden-Baden wurden die Themen „Autonome Systeme“ und „Künstliche Intelligenz“ in der Automatisierungstechnik diskutiert und Prof. Weyrich wurde interviewt. Das Interview kann unter „[www.vdi.de/news/detail/wie-machen-wir-das-autonome-system-autonom](http://www.vdi.de/news/detail/wie-machen-wir-das-autonome-system-autonom)“ nachgelesen werden.



08.10.2019

## PROFESSOR DR. VINCENTE LUCENA ALS GASTWISSENSCHAFTLER AM IAS

Professor Dr. Vincente Lucena von der Universidade Federal do Amazonas (UFAM) in Manaus (Brasilien) ist seit April 2019 am IAS als Gastwissenschaftler tätig. In seinem einjährigen Sabbatical beschäftigt er sich mit den Themen „Industrie 4.0“, „Digitaler Zwilling“ und „Ambient Intelligence“.

# NEWS



24.10.2019

## NEUE RINGVORLESUNG ASPEKTE AUTONOMER SYSTEME

Die Ringvorlesung Aspekte Autonomer Systeme des Studiengangs Autonome Systeme mit Studiendekan Prof. Weyrich startete am 22.10.2019. Bei der Ringvorlesung mit insgesamt 28 Vorlesungsterminen kommen verschiedene Dozenten aus unterschiedlichen Fachbereichen und Vertreter aus der Industrie zu Wort.



06.11.2019

## CHEManager-INTERVIEW VON PROF. WEYRICH: 5G KANN ZUM STANDORT-VORTEIL WERDEN

Nach der Vergabe lokaler 5G-Frequenzen in Deutschland interviewte die Zeitschrift CHEManager Prof. Weyrich zu den Besonderheiten am neuen Mobilstandard 5G. Das Interview „5G kann zum Standortvorteil werden“ kann auf der IAS-Homepage unter „Aktuelles/News“ nachgelesen werden.



08.11.2019

## KOOPERATION MIT UNIVERSITÄT HEFEI/CHINA

Zur Unterstützung der Realisierung des Anhui Advanced Manufacturing Center in Hefei/China soll das IAS unter der Federführung von Dr. Jazdi im Rahmen einer Didaktik-Kooperation mit der Universität Hefei die Lehrinhalte des Centers konzipieren und umsetzen. Dazu werden drei Themenfelder adressiert: I4.0-Digitale Produktion, intelligente und dezentrale I4.0 Produktion und flexible I4.0 Produktion.

# NACHRUF



01.10.2019

## NACHRUF MATTHIAS KLEIN, M.Sc.

Das IAS trauert um ihr Mitglied Herrn Matthias Klein, M. Sc. der am 23.09.2019 an den Folgen eines tragischen Verkehrsunfalls verstorben ist.

Herr Klein war seit 2013 akademischer Mitarbeiter am IAS und hatte sich in Forschung und Lehre in den letzten Jahren verdient gemacht. In seinem Forschungsthema der verhandlungsbasierten Steuerung der Produktion in dezentralen Netzwerken stand er kurz vor der Promotion.

Wir verlieren mit Matthias Klein einen langjährigen loyalen Mitarbeiter auf den wir uns alle stets verlassen konnten, der andere unterstützt hat und der für sein umfangreiches Fachwissen geschätzt wurde. Aufgrund seines Humors, seiner positiven Art und seiner Hilfsbereitschaft war er bei allen sehr beliebt und im Team am Institut hatten sich zahlreiche Freundschaften mit ihm entwickelt.

Wir alle sind sehr betroffen und trauern um einen jungen Menschen, der eine Zukunft mit aussichtsreichen Plänen vor sich hatte. Wir werden Herrn Klein in guter Erinnerung behalten.

Unser tiefes Mitgefühl gilt seinen Angehörigen.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich mit  
Prof. Dr.-Ing. Christof Ebert,  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Peter Göhner (i. R.),  
Dr.-Ing. Nasser Jazdi  
und alle Kolleginnen und Kollegen des IAS.



## **FORSCHUNG**

FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE DES IAS 2019	11
Komplexitätsbeherrschung von Cyber-physischen Systemen	12
Absicherung von Automatisierungstechnik	14
Intelligente Automatisierung und Autonome Systeme	16
FORSCHUNGSTHEMEN	18
FORSCHUNGSPROJEKTE / PROJEKTE DER INDUSTRIEFORSCHUNG	44
DEMONSTRATOREN	50
PUBLIKATIONEN	62

# INHALT



## LEHRE

LEHRE - ÜBERBLICK	66
VORLESUNGEN	68
PRAKTIKA	74
ABGESCHLOSSENE ARBEITEN	78
PREISE 2019	84



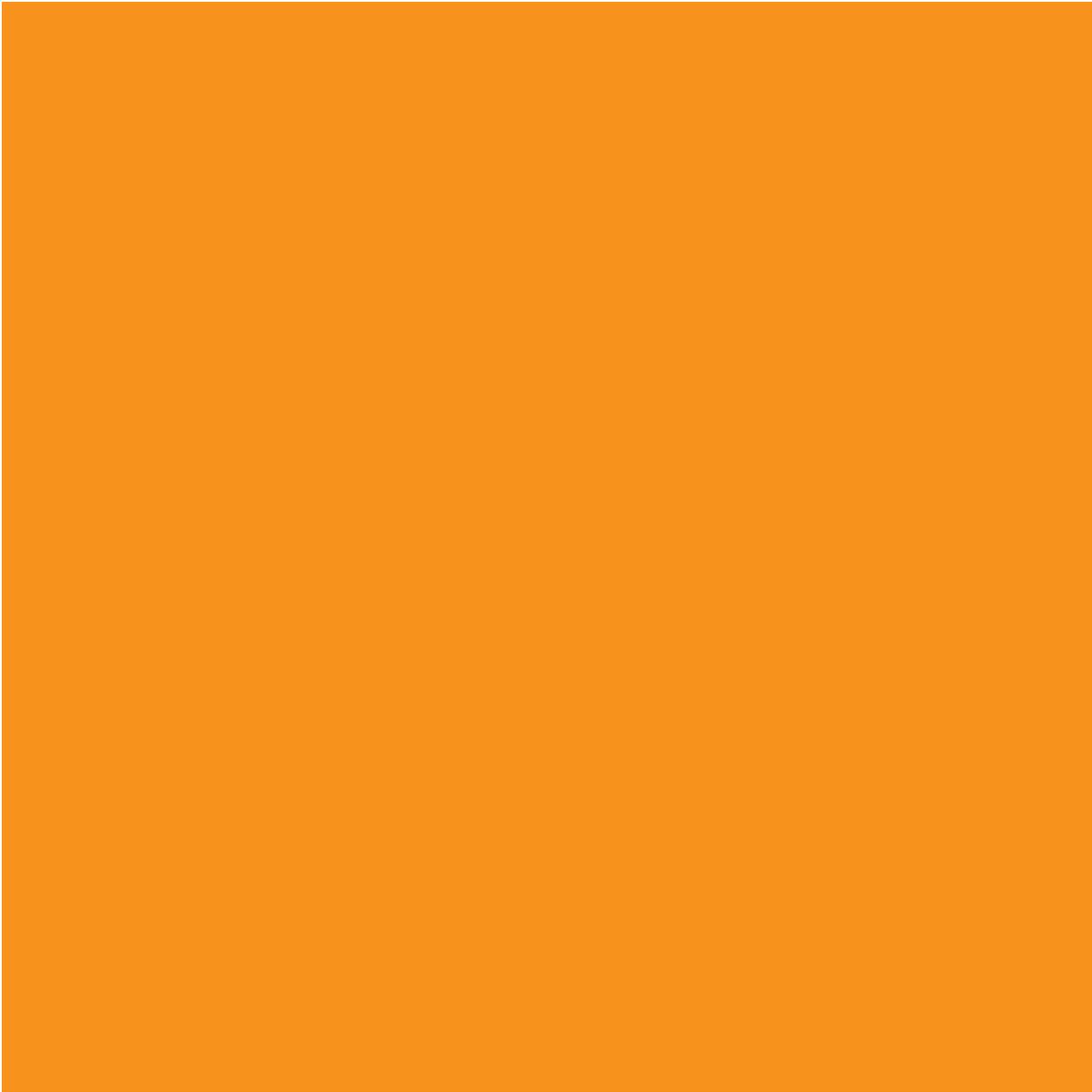
## IAS-AKTIONEN

IAS-AKTIONEN - ÜBERBLICK	86
VFIAS-JAHRESVERSAMMLUNG	88
TRYSCIENCE	90
GIRLS´ DAY	91
SCHÜLER-INGENIEUR-AKADEMIE	92
TAG DER WISSENSCHAFT	93
IAS-INSTITUTSAUSFLUG	94



## IAS-INFOS

GREMIEN	98
MITARBEITER/INNEN	102
KONTAKT / ANFAHRT / QR-CODE	104



# FORSCHUNG

## Unsere Mission

Das IAS erforscht Lösungen, um die Komplexität von automatisierten Systemen, insbesondere deren Software, beherrschbar zu machen und Autonome Systeme auf Basis künstlicher Intelligenz entstehen zu lassen.

Dazu setzen wir folgende Schwerpunkte:

- Komplexitätsbeherrschung von Cyber-physischen Systemen
- Absicherung von Automatisierungstechnik
- Intelligente Automatisierung und Autonome Systeme

Wir lehren und leben, woran wir forschen: Dazu vermitteln wir grundlegende Methoden und praxisorientierte Kompetenzen aus IT und Elektrotechnik. Wir führen Studierende an die Automatisierungstechnik heran, fördern den wissenschaftlichen Nachwuchs und qualifizieren im lebenslangen Lernen für die stetig wachsenden Herausforderungen der Automatisierungstechnik.

## Bedeutung der Automatisierungstechnik

Die Automatisierungstechnik beschäftigt sich disziplinübergreifend mit der Automatisierung technischer Prozesse unterschiedlicher Domänen. Heute kommt neben der herkömmlichen Anlagenautomatisierung die Produktautomatisierung als Gegenstand der Prozessautomatisierung hinzu. Die Automatisierungstechnik ist ein wesentlicher Schlüsselfaktor des Erfolgs moderner Industriestaaten. Der Einzug der zunehmenden Digitalisierung in die Automatisierung - Internet of Things - bringt neue Chancen und Herausforderungen mit sich.

Als wesentliches Novum entstehen derzeit Autonome Systeme, die zukünftig aufgrund von vernetzten Informationen und künstlicher Intelligenz eine weitreichende und selbstständige Handlungsführung wahrnehmen. Es gilt nun Methoden und Verfahren für solche Systeme zu erstellen.

**Beherrschung  
der  
Komplexität**

**Wie kann die Komplexität Cyber-physischer Systeme im Engineering und Betrieb beherrschbar gemacht werden?**

Modellgetriebene Entwicklung - Mensch-Maschine-Interaktion - Digitaler Zwilling



# FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE DES IAS 2019



Behrang Ashtari



Philipp Marks



Tobias Jung



Rainer Schiekofer



Florian Biesinger



Timo Müller



Dominik Braun

## 1. Komplexitätsbeherrschung von Cyber-physischen Systemen

Cyber-physische Systeme (CPS) besitzen eine eigene Intelligenz und sind in der Lage, mit anderen Systemen Daten und Informationen auszutauschen. Cyber-physische Systeme verändern die Automatisierungstechnik signifikant und eröffnen neue Geschäftsideen. Die Vernetzung, die Kooperation mittels Informationsaustausch und der steigende Software-Anteil - als Charakteristiken dieser Systeme - erhöhen die Komplexität von Cyber-physischen Systemen.

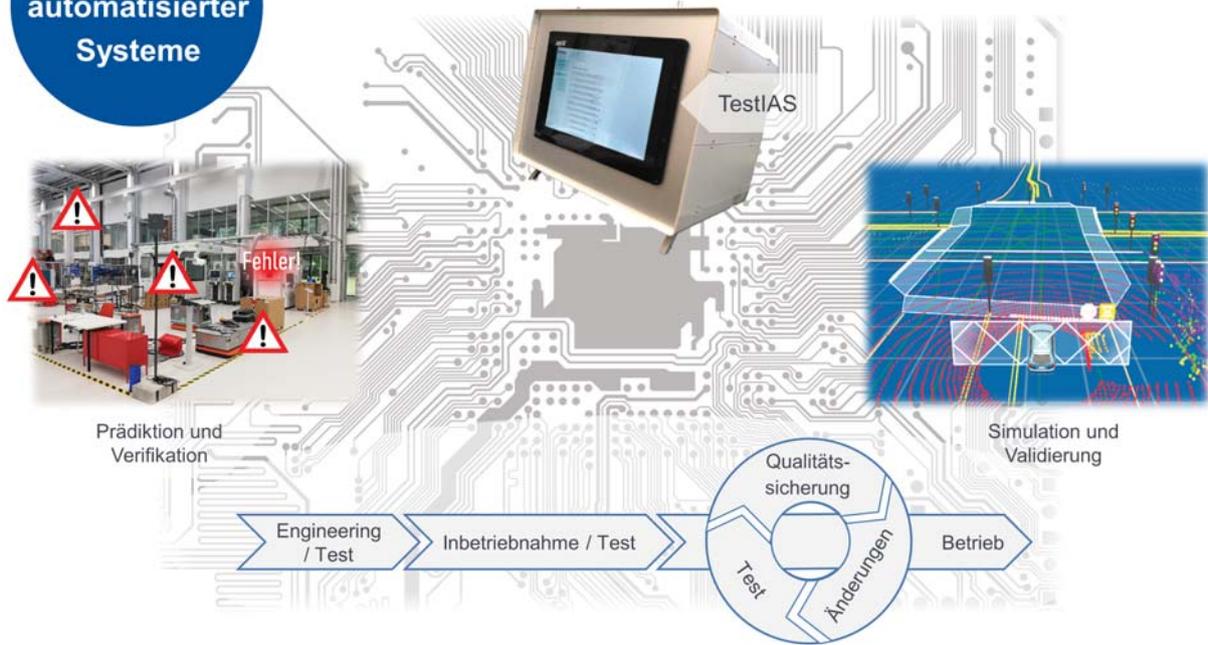
In diesem Kontext beschäftigt sich das IAS mit folgenden Themen:

- Intelligenter Digitaler Zwilling und dessen Anwendung in der Anlagenautomatisierung
- Co-Simulation Cyber-physischer Systeme in der Automatisierungstechnik
- OPC-UA basierte Kommunikation von Cyber-physischen Systemen
- Digitaler Zwilling für die Produktionsplanung
- Autonomes Rekonfigurationsmanagement Cyber-Physischer Produktionssysteme
- Multidimensionale Synchronisierung Digitaler Zwillinge

**Absicherung  
automatisierter  
Systeme**

**Wie können wir uns auf Technik verlassen?**

Zuverlässig – sicher – verfügbar



## FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE DES IAS 2019



Nasser Jazdi



Andreas Zeller



Dustin White



Andreas Löcklin



Manuel Müller



Michael Fouad



Hannes Vietz

### 2. Absicherung von Automatisierungstechnik

Die ansteigende Vernetzung, Intelligenz und Autonomie von automatisierten Systemen stellen große Herausforderungen für deren Absicherung und Freigabe dar. Des Weiteren ist die dynamische Bestimmung der Zuverlässigkeit sowie damit verbunden die Optimierung der Verfügbarkeit von modularisierten Systemen zukünftig ein großer Innovationsfaktor im Bereich der Automatisierungstechnik.

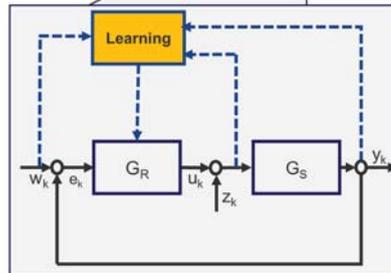
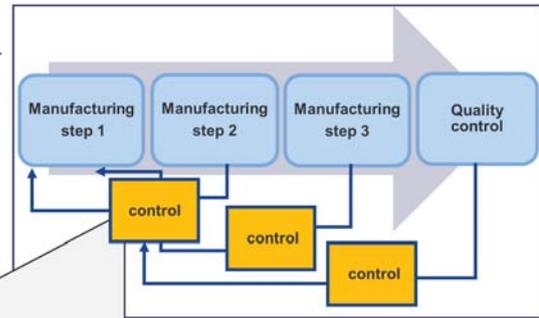
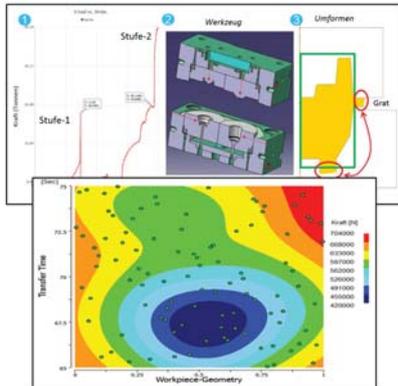
Das IAS beschäftigt sich in diesem Kontext mit folgenden Themen:

- Dynamische Zuverlässigkeitsberechnung automatisierter Systeme im Kontext des Internets der Dinge
- Test von verteilten, aus verschiedenen intelligenten Komponenten zusammengesetzten Systemen
- Verifikation und Validierung von Softwareaktualisierungen und Rekonfigurationen
- Absicherung von Autonomen Systemen in den Bereichen Produktion und Automotive
- Fehlerdiagnose und Fehlermanagement zur Erhöhung der Verfügbarkeit automatisierter Systeme

**Intelligente  
Automatisierung  
und Autonome  
Systeme**

**Organisieren sich Fabriken von Morgen selbst?**

- ++ SELF-X ++
- ++ MACHINE LEARNING ++
- ++ BIG DATA ++
- ++ DATAANALYTICS ++



## FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE DES IAS 2019



Nasser Jazdi

Benjamin Lindemann

Nada Sahlab

Benjamin Maschler

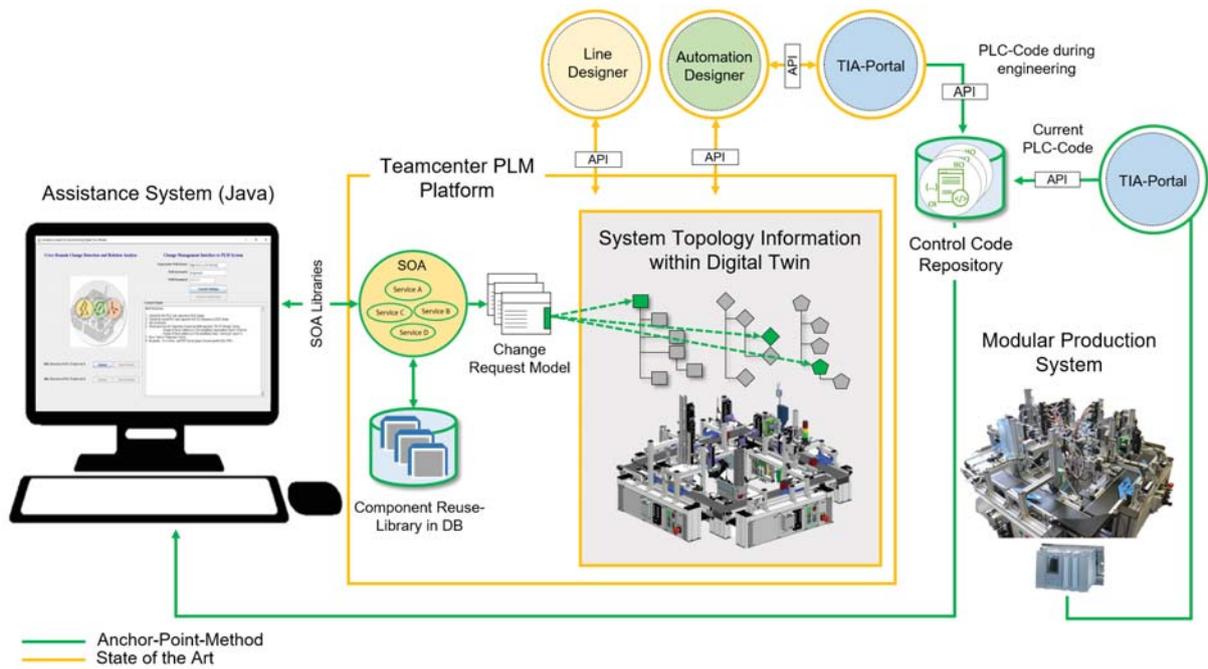
Michael Fouad

### 3. Intelligente Automatisierung und Autonome Systeme

Automatisierung der Zukunft wird durch zwei Merkmale gekennzeichnet: Intelligenz und Autonomie. Automatisierte Systeme müssen in der Lage sein, die dynamischen Veränderungen der Umgebungsparameter und Anforderungen wahrzunehmen, diese zu analysieren und eigene Entscheidung zu treffen. Diese Fähigkeiten gepaart mit Vernetzung und Mobilität erschließen neue Herausforderungen in der Forschung.

Das IAS beschäftigt sich in diesem Kontext mit folgenden Themen:

- Künstliche Intelligenz und dynamische intelligente Zuverlässigkeit in der Automatisierungstechnik
- 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



Assistenzsystem zur automatisierten Synchronisierung der Modelle des Digitalen Zwillings

### Ankerpunktmethode zur Synchronisierung der Modelle des Digitalen Zwillings eines automatisierten Systems

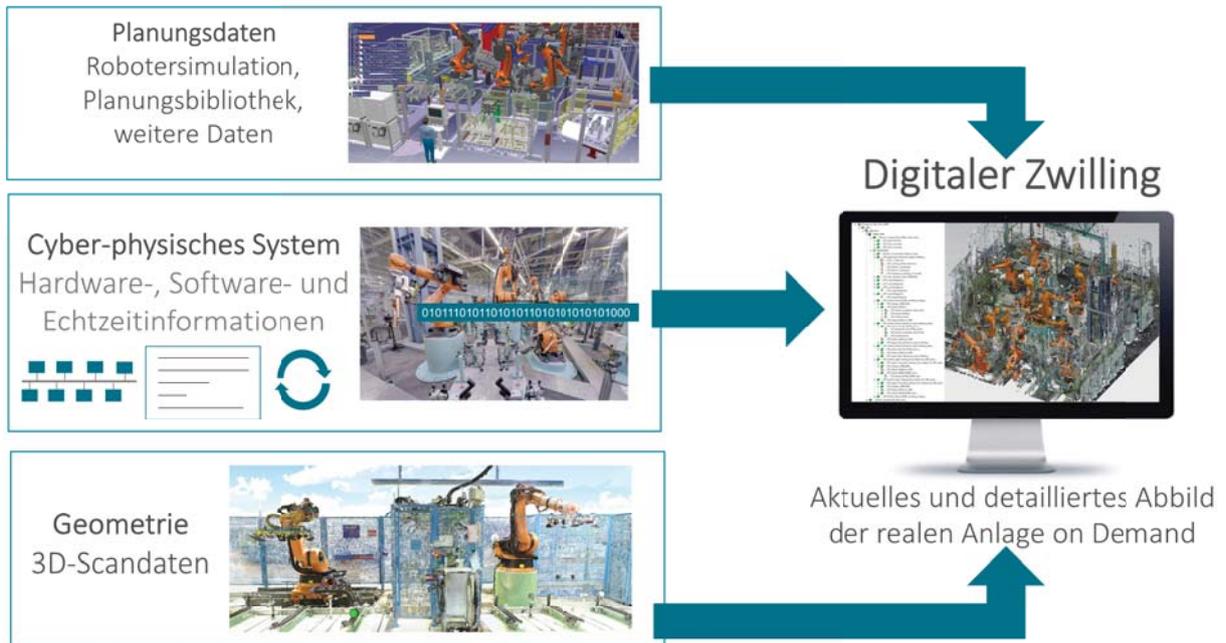
Bearbeiter: Behrang Ashtari

Heutzutage steht die Industrie zunehmend vor der Herausforderung, kundenspezifische Produkte in stetig kürzer werdenden Produktionszeiten zu liefern. Dies erfordert, dass flexible automatisierte Systeme zur Verfügung stehen, die bei Bedarf effizient rekonfiguriert werden können.

Dazu kann ein Digitaler Zwilling verwendet werden, der das Anlagenmodell der mechatronischen Bestandteile der realen Anlage während der verschiedenen Phasen ihres Lebenszyklus modelliert. Daraus leitet sich das Ziel der Forschung ab, eine Methodik zu erstellen, die die domänenübergreifende Synchronisierung der Engineering-Modelle des Digitalen Zwillings mit einer realen Fertigungszelle in der Automobilindustrie ermöglicht und damit einen Beitrag zur Steigerung der Effizienz des Engineeringprozesses während des gesamten Lebenszyklus leistet.

Hierfür wird am IAS eine Ankerpunktmethode entwickelt, mithilfe derer die Abweichungen zwischen den Modellen und der Realität während des Betriebs festgestellt und ermittelt werden können. Basierend darauf wird ein Assistenzsystem realisiert, das die Änderungen und deren Abhängigkeiten in der realen Welt mithilfe einer regelbasierten Analyse der aktuellen SPS-Steuerungssoftware einer Anlage detektiert. Abschließend beinhaltet die Ankerpunktmethode ein Konzept für die automatisierte Modellanpassung unter Berücksichtigung der Nachvollziehbarkeit von Änderungen am Gesamtsystemmodell für Systemingenieure und der Aufrechterhaltung der Konsistenz zwischen den domänenübergreifenden Modellen des Digitalen Zwillings. Dieses Konzept wird auch im Assistenzsystem an den relevanten Komponentenmodellen des Digitalen Zwillings realisiert.

Die Ankerpunktmethode wird auf Basis eines modularen Produktionssystems (MPS) am IAS und eines intelligenten Lagers (iLager) in einer realen flexiblen Fertigungsanlage im Forschungscampus ARENA2036 realisiert und evaluiert.



Allgemeinkonzept zur automatischen Erstellung eines Digitalen Zwillings

### Digitaler Zwilling am Beispiel der Integrationsplanung im Karosserierohbau

Bearbeiter: Florian Biesinger

Die Methodik zur automatischen Erzeugung des Digitalen Zwillings unterstützt die Produktionsplanung bei zukünftigen Fahrzeugintegrationen in bestehende Produktionssysteme durch aktuelle und detaillierte Planungsdaten. Häufig werden Änderungen am Produktionssystem nicht ausreichend dokumentiert. Dadurch veralten Planungsstände und stimmen nicht mehr mit dem realen Produktionssystem überein. Um eine optimale und fehlerfreie Integrationsplanung (Brownfield Planung) durchführen zu können, werden jedoch ein aktueller Planungsstand sowie weitere aktuelle Anlageninformationen benötigt.

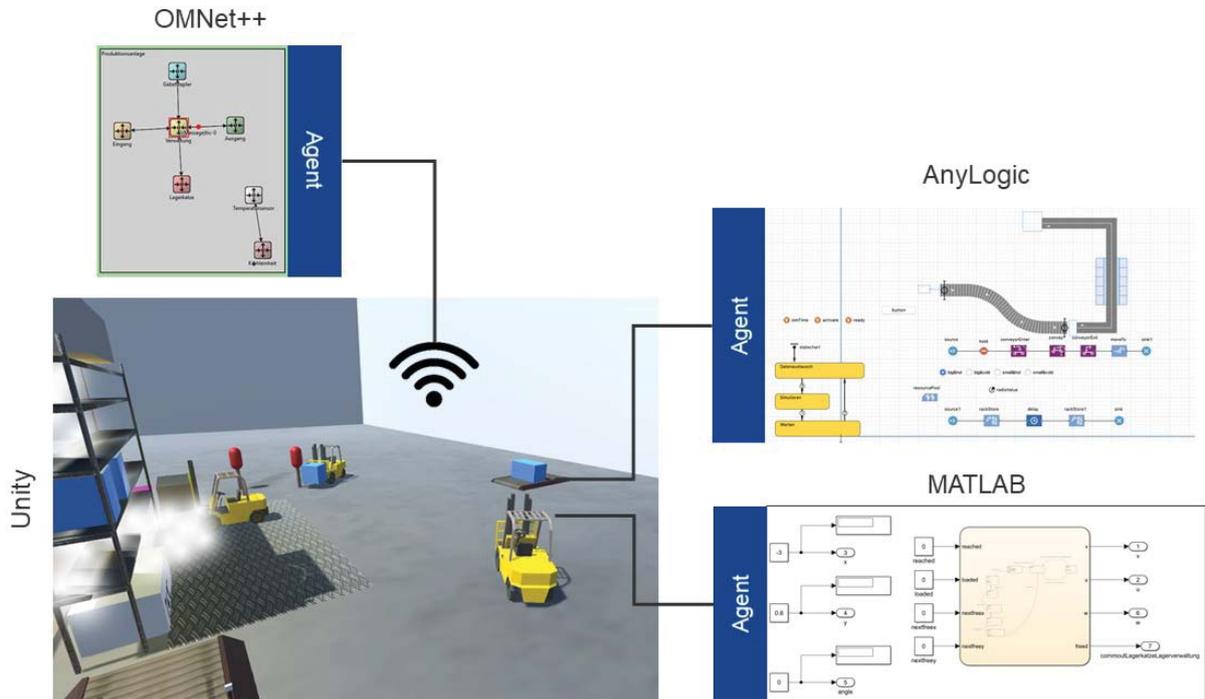
Um dieser Herausforderung zu begegnen, wird eine Methodik entwickelt, um eine Produktionsanlage automatisch digital abzubilden. Man spricht hierbei auch von der automatischen Erstellung eines Digitalen Zwillings. Dieser enthält aktuelle Informationen des Produktionssystems, die für eine Integrationsplanung benötigt werden.

Gemäß der entwickelten Methodik werden zunächst alle relevanten Informationen aus den in der Produktion verbauten elektrischen Geräten extrahiert. Dieser umfassende Cyberteil des Produktionssystems enthält aktuelle Geräteinformationen, Prozesswissen und Informationen über die zu fertigenden Produkte. Auf Basis dieses Cyberteils werden intelligente Algorithmen genutzt, um den Digitalen Zwilling im Hinblick auf die benötigten Informationen bei einer Integrationsplanung zu vervollständigen.

Hierzu nutzt die Methodik zum Beispiel regelbasierte Ansätze zur Vervollständigung des Digitalen Zwillings sowie eine entwickelte Indikator-Methode, welche die Aktualität von Bestandsdaten prüft und diese gegebenenfalls übernimmt. Anschließend wird dieser Digitale Zwilling mit einer standardisierten Planungsbibliothek zusammengeführt, wodurch ein aktueller Planungsstand des Produktionssystems entsteht.

Die wesentlichen Ergebnisse des Demonstrators werden von unterschiedlichen Anlagenlieferanten als Grundlage für Planungen zur Fahrzeugintegration in ein bestehendes Produktionssystem verwendet.

Die Methodik zur automatischen Erzeugung des Digitalen Zwillings am Beispiel des Karosserierohbaus verkürzt die Dauer der Integrationsplanung und steigert die Datenqualität, wodurch weitere Anlagenoptimierungen ermöglicht werden.



Simulationsszenario einer dynamischen Co-Simulation

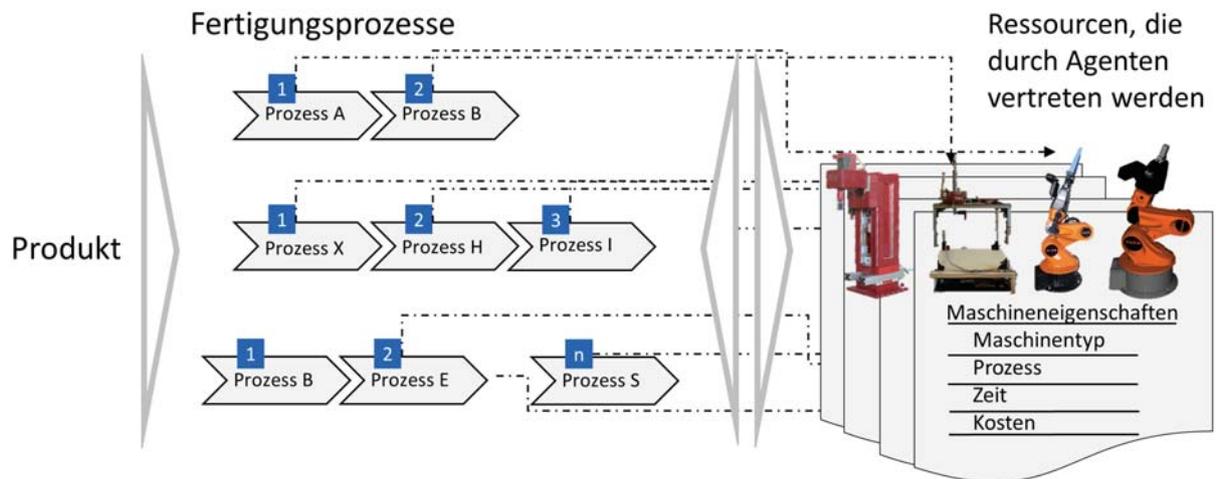
### Dynamische Co-Simulation von heterogenen Internet der Dinge-Systemen

Bearbeiter: Tobias Jung

Eine Simulation parallel zur Laufzeit des realen Systems mittels des Digitalen Zwillings ermöglicht eine Vielzahl von Anwendungsfällen, u. a. Optimierung zur Laufzeit, Entscheidungsunterstützung und Predictive Maintenance. Bei Internet der Dinge-Systemen ergeben sich hier die Herausforderungen der Heterogenität und einer erhöhten Dynamik, da sie sich aus stark unterschiedlichen Komponenten, wie Sensoren, Aktoren und Steuerungen, welche ständig miteinander kommunizieren, zusammensetzen. Die Heterogenität rührt daher, dass Systemkomponenten aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen kommen können, unterschiedliche Betriebssysteme verwenden usw. Zusätzlich treten diese Komponenten ständig in ein bestehendes System ein oder aus, oder ändern ihre Vernetzungsstruktur, wodurch diese Systeme sehr dynamisch werden.

Aufgrund der hohen Heterogenität und Dynamik ist es nicht mehr möglich, die Simulation des Systems in einer Simulation abzuwickeln, vielmehr wird eine Co-Simulation unumgänglich. Zusätzlich muss es möglich sein, zur Simulationszeit neue Teilsimulationen der Gesamtsimulation hinzuzufügen, ohne diese zu pausieren. Daher wird jede Komponente separat in einem Teilmodell modelliert, wodurch für jede Komponente ein geeignetes Modellierungskonzept verwendet werden kann, welches die notwendigen Aspekte der Komponente in der notwendigen Detaillierung modelliert. Diese Teilmodelle werden jeweils durch einen Agenten vertreten, welche sich dann dynamisch zu einem Agentensystem und somit zu einem Gesamtmodell des zu modellierenden Systems dynamisch zur Laufzeit zusammenschließen können und die Kommunikationsschnittstelle für die Kommunikation zwischen den einzelnen Teilmodellen bieten.

Zu diesem Konzept entsteht mit Unity3D ein Demonstrator am IAS, welcher ein automatisiertes Warenlager simuliert. Hierbei wird die Umgebung in Unity, die Kommunikation über WiFi in OMNet++ und die einzelnen Komponenten wie Gabelstapler, Wareneingang oder Klimaregelung in MATLAB Simulink und AnyLogic, ein ergebnisdiskreter Simulator, simuliert.



Automatisierte Zuordnung geeigneter Ressourcen zu den Prozessschritten:  
 Das Produkt wählt seine Ressourcen nach den jeweiligen Kundenanforderungen aus

### Steuerung der Produktion auf Basis von Verhandlungen

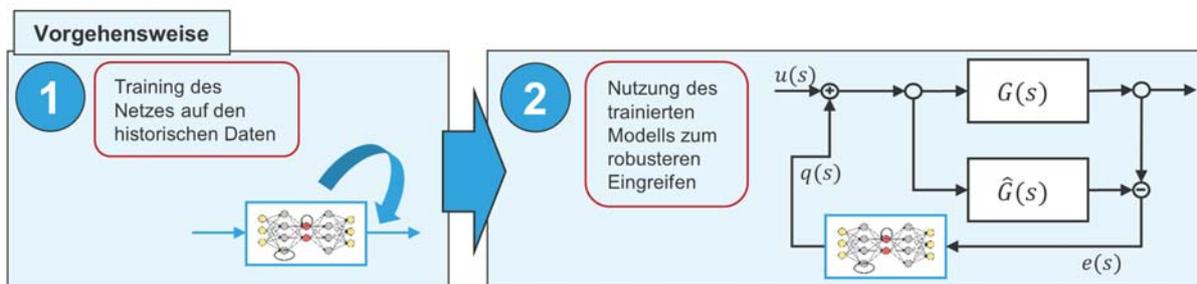
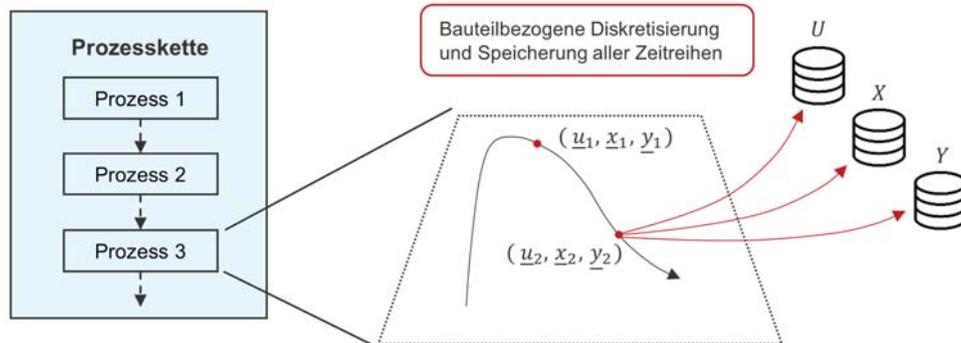
Bearbeiter: Matthias Klein

Kunden fragen immer häufiger nach Produkten, welche genau auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten sind. Dieser Trend resultiert letztendlich in Losgröße 1 und stellt für die Produktionssteuerung eine herausfordernde Aufgabe dar. Durch die Vision „Industrie 4.0“ soll auf Basis Cyber-physischer Produktionssysteme eine Optimierung über die gesamte Wertschöpfungskette erfolgen und eine weitgehend autonome Produktion realisiert werden.

Dieser Ansatz sieht vor, dass sich das Produkt seinen Weg durch die Produktion selbstständig auf Basis von Verhandlungen mit den verfügbaren Produktionsressourcen organisiert. Die Produktionssteuerung findet Schritt für Schritt statt, da durch die Vernetzung der einzelnen automatisierten Systeme einerseits sehr große Produktionsnetzwerke entstehen können und andererseits diese Netzwerke in Verbindung mit eintretenden Events (Ausfälle, Störungen etc.) schlecht vorhersagbar sind.

Als Basis dafür müssen sowohl die Anforderungen der Kunden und die Fähigkeiten der Ressourcen als auch die Prozesse in maschinenlesbaren Beschreibungen vorliegen. Jeder Auftrag wird in einzelne Prozessschritte aufgeteilt und die Bearbeitungsreihenfolge definiert. Anschließend können auf Basis der Anforderungen geeignete Produktionsressourcen ermittelt werden und eine Selektion einer bestimmten Ressource, welche den Produktionsschritt ausführen soll, mithilfe einer Auktion ermittelt werden. Ein Auktionator nimmt hierzu die Produktionsangebote für den durchzuführenden Produktionsprozess einzelner Ressourcen entgegen, vergleicht diese und stellt die Angebote dem Benutzer zur Auswahl bereit oder verhandelt in einem zweiten Schritt mit den Ressourcen um bessere Konditionen.

Im Rahmen der Arbeiten ist ein interaktives Reifegradmodell entwickelt worden mit dessen Hilfe eine Analyse und Einschätzung bestehender Anlagen ermöglicht wird.



Konzept für die Qualitätsoptimierung durch ein lernfähiges Regelungssystem

### Qualitätsregelung in der diskreten Fertigung auf Basis von Long Short-Term Memory-Netzen

Bearbeiter: Benjamin Lindemann

Produzierende Unternehmen stehen vor der Herausforderung, ein hochwertiges und reproduzierbares Qualitätsergebnis zu gewährleisten. Am IAS wird ein datengetriebener Ansatz zur Qualitätsoptimierung entwickelt, auf dessen Basis Anomalien charakterisiert werden, die zur Entwurfszeit des Systems nicht bekannt waren. Auf Basis des Ansatzes können diese Anomalien sowie Interdependenzen entlang von Prozessketten erfasst und mithilfe von multidimensionalen Datenmodellen hinsichtlich der Beeinflussung des Prozessgeschehens berücksichtigt werden.

Zunächst findet in diesem Kontext eine bauteilbezogene Diskretisierung kontinuierlich erfasster Prozessdaten statt. Die Daten werden verdichtet und in einen niederdimensionalen Unterraum projiziert, sodass die entstehenden Features zum Lernen genutzt werden können. Dazu wird eine Netzarchitektur in Form eines Sequence-to-Sequence Netzes mit Long Short-Term Memory (LSTM) Zellen entworfen, die es ermöglicht, Informationen aus Zeitreihen zu extrahieren und abnormales Prozessverhalten vorherzusagen. Auf Basis der Netzarchitektur werden drei Netze trainiert, die verschiedene Aufgaben erfüllen. Das erste Netz (Prozessmodell) erweitert ein bestehendes Prozessmodell, das durch vorhandenes Expertenwissen generiert wurde, macht es lernfähig und adaptiert Änderungen in Form von abrupten und kontinuierlichen Drifts, die aus veränderten Prozess- und Umgebungsbedingungen resultieren. Das zweite Netz (Kompensation) lernt auf Basis der Rückpropagation des Qualitätsfehlers durch das erste Netz für jedes produzierte Bauteil, welche Stellgrößenanpassung bei dem jeweiligen Fehler notwendig gewesen wäre, um diesen zu vermeiden. Das dritte Netz (Prädiktion) wird auf die korrekte Vorhersage des Prozessausgangs trainiert und dessen Ausgabe als Eingang des Netzes zur Kompensation genutzt. Dadurch kann vorhergesagt werden, welche Anpassung am Stellgrößenverhalten vorgenommen werden muss, um erwartete Anomalien zu kompensieren. Damit wird das Qualitätsergebnis langfristig, entgegen auftretender Verschleißprozesse in der Toleranz gehalten und optimiert.

Der Ansatz wird prototypisch anhand von zwei Prozessketten der diskreten Fertigung umgesetzt und evaluiert. Dies erfolgt für eine Modell-Prozesskette der Massivumformung unter Laborbedingungen sowie für eine Felgenlinie im realen Umfeld der Industrie.



## Erneute Absicherung nach Änderungen zur Betriebszeit

Änderungen an Cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS) erfordern auch deren Absicherung

### Absicherung von Änderungen an Cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS) durch Testen

Bearbeiter: Andreas Löcklin

Kürzere Innovations- und Produktlebenszyklen sowie sich häufig ändernde Kunden- und Gesetzgeberanforderungen erfordern wandlungsfähige Produktionssysteme. Eine Kerntechnologie zur Realisierung von sich mit geringem Engineering-Aufwand anpassbaren Produktionssystemen sind Cyber-physische Systeme.

Durch Änderungen können Produktionssysteme an neue Anforderungen angepasst werden. Jede Änderung muss hierbei auch abgesichert werden, bevor eine Wiederinbetriebnahme zulässig ist. Durch das Revisionsrisiko von Änderungen müssen hierzu nicht nur neue Funktionalitäten abgesichert werden, sondern auch unveränderte Systembestandteile sollten erneut verifiziert und validiert werden. Aufgrund der hohen Systemkomplexität von vernetzten Produktionssystemen sind daher zur erneuten Absicherung große Arbeitsaufwände notwendig.

Die daraus resultierenden Engineeringkosten senken aber die Wirtschaftlichkeit von Änderungen, weshalb ein prognostizierter hoher Absicherungsaufwand von der tatsächlichen Durchführung von Änderungen abschrecken kann. Wenn Änderungen aber nicht mehr durchgeführt werden können, verliert ein Produktionssystem seine Wandlungsfähigkeit.

Das IAS forscht daher an Methoden zur Aufwandsreduktion sowie zur Aufwandsabschätzung für die Absicherung von Änderungen an Cyber-physischen Produktionssystemen. Insbesondere werden hierbei auch die Herausforderungen der disziplinen- und domänenübergreifenden Absicherung der Software, Mechanik und Elektrik von Produktionssystemen analysiert.



Ausgangspunkt des Forschungsvorhabens: Wie können wir alte Anlagen modernisieren und zukunftsfähig machen?

### Assistenzkonzept zur Modernisierung von Automatisierungssystemen

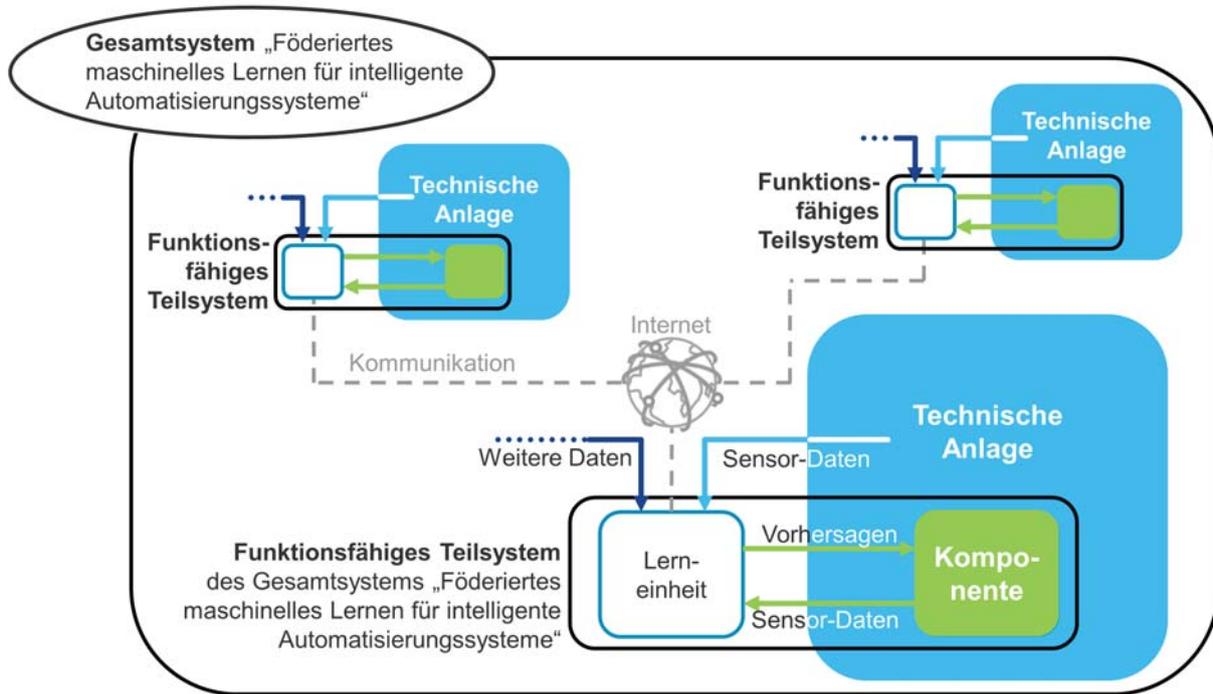
Bearbeiter: Philipp Marks

Automatisierungssysteme in der diskreten Produktion müssen flexibel und wandelbar sein, um in dynamischen Märkten konkurrenzfähig zu sein und dem Wandel hin zur Fertigung kleinerer Stückzahlen bei gleichzeitig größerer Variantenvielfalt gerecht zu werden. Bei Systemen, die im Regelfall auf eine Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten geplant sind, ist es unmöglich, die entsprechende Flexibilität bereits zur Entwurfszeit des Systems vorzusehen. Aus diesem Grund sind im Laufe des Anlagenlebens häufige Anpassungen bzw. Umbauten von Software und Hardware erforderlich.

In der heutigen Praxis ist die Planung von Modernisierungsmaßnahmen eine wissensgetriebene Tätigkeit, die von Experten durchgeführt wird. Diese verwenden dafür vornehmlich Erfahrungswissen sowie Informationen aus der oftmals lückenhaften oder veralteten technischen Dokumentation des Automatisierungssystems. Aufgrund des typischerweise vorliegenden Einmalsystem-Charakters des Automatisierungssystems und in Abhängigkeit vom Wissen des Planers über das System wird der Planungsprozess meist unsystematisch angegangen und erfolgt aus Zeitgründen lediglich unter Berücksichtigung einer geringen Anzahl an Alternativen.

Innerhalb dieses Forschungsvorhabens wird ein systematisches Vorgehen zur Modernisierungsplanung entwickelt. Über die Erfassung des Ist-Zustands des Systems, über den Vergleich von Soll- und Ist-Zustand bis hin zur Generierung und Bewertung von Modernisierungsmöglichkeiten und der anschließenden Rückführung der gesammelten Erfahrungen unterstützt das Konzept den Anwender durchgängig bei der Planung. Die Anwendung des Assistenzkonzepts wird durch die Implementierung in Form eines agentenbasierten Assistenzsystems erleichtert. Mithilfe eines geeigneten Informationsmodells führen die Software-Agenten den Planungsprozess überwiegend automatisiert durch und präsentieren dem Planer die identifizierten Modernisierungsmöglichkeiten.

Das Assistenzkonzept wird durch die Anwendung auf zwei am IAS vorhandene Handhabungs- und Produktionssysteme evaluiert. In jeweils mehr als 20 Modernisierungsszenarien werden vom Assistenzsystem mögliche Modernisierungsmöglichkeiten generiert, die vom Anwender als korrekt eingestuft werden.



Systemskizze: Förderiertes Maschinelles Lernen für prädiktive Instandhaltung

### Föderiertes Maschinelles Lernen für prädiktive Instandhaltung

Bearbeiter: Benjamin Maschler

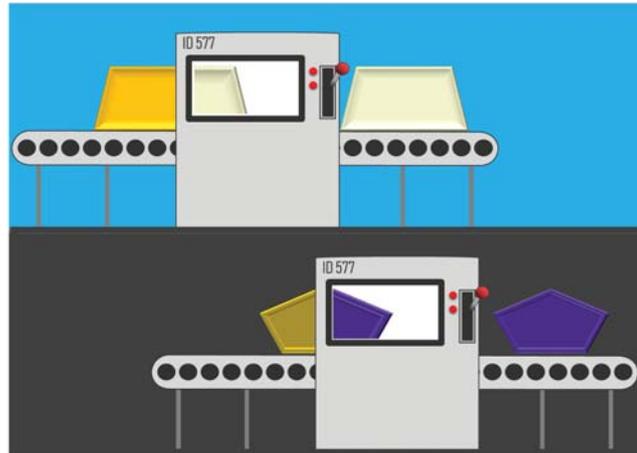
Zur Anpassung an zunehmend dynamische (Betriebs-)Umgebungen und damit einhergehend zur Entwicklungszeit unbekannte Einflüsse auf das automatisierte System sind diese inzwischen vielfach auf Methoden der künstlichen Intelligenz im Allgemeinen und maschinellen Lernens im Speziellen angewiesen.

Für eine hohe Ergebnisqualität sind derartige Algorithmen jedoch auf eine breite Datenbasis angewiesen. Studien zeigen allerdings, dass viele Unternehmen nicht bereit sind, ihre Daten mit anderen Unternehmen, beispielsweise in Form einer gemeinsamen Daten-Cloud, zu teilen. Es ist daher notwendig, effizientes maschinelles Lernen mit einer dezentralen Datenhaltung, die den Verbleib vertraulicher Daten im jeweiligen Ursprungs-Unternehmen sicherstellt, zu ermöglichen.

Derartige Algorithmen existieren dabei in Ansätzen vielfach bereits heute. Die Herausforderung liegt jedoch in ihrer Anpassung an die in Produktivumgebungen herrschenden Rahmenbedingungen, wie z. B. eine hohe Sensibilität bezüglich der Kommunikation einzelner Objekte über die Grenzen des jeweiligen Eigentümerbetriebes hinaus.

Einen vielversprechenden Ansatz stellen in diesem Kontext die unterschiedlichen Methoden des Continual bzw. Transfer Learning dar: Diese neuartigen Konzepte könnten auf den genannten Anwendungsfall adaptiert für erhebliche Fortschritte sorgen, indem sie verteiltes, gemeinsames Lernen ohne den Austausch von Messdaten ermöglichen.

Am IAS wird daran gearbeitet, Continual bzw. Transfer Learning für Anwendungsfälle in der Automatisierungstechnik anzupassen. Der nächste Schritt ist dabei nun die Erstellung eines ersten Prototypen zur Erprobung tiefergehender Konzeptdetails.



Selbstorganisiertes Rekonfigurationsmanagement Cyber-Physischer Produktionssysteme (CPPS)

### Selbstorganisiertes Rekonfigurationsmanagement Cyber-Physischer Produktionssysteme (CPPS)

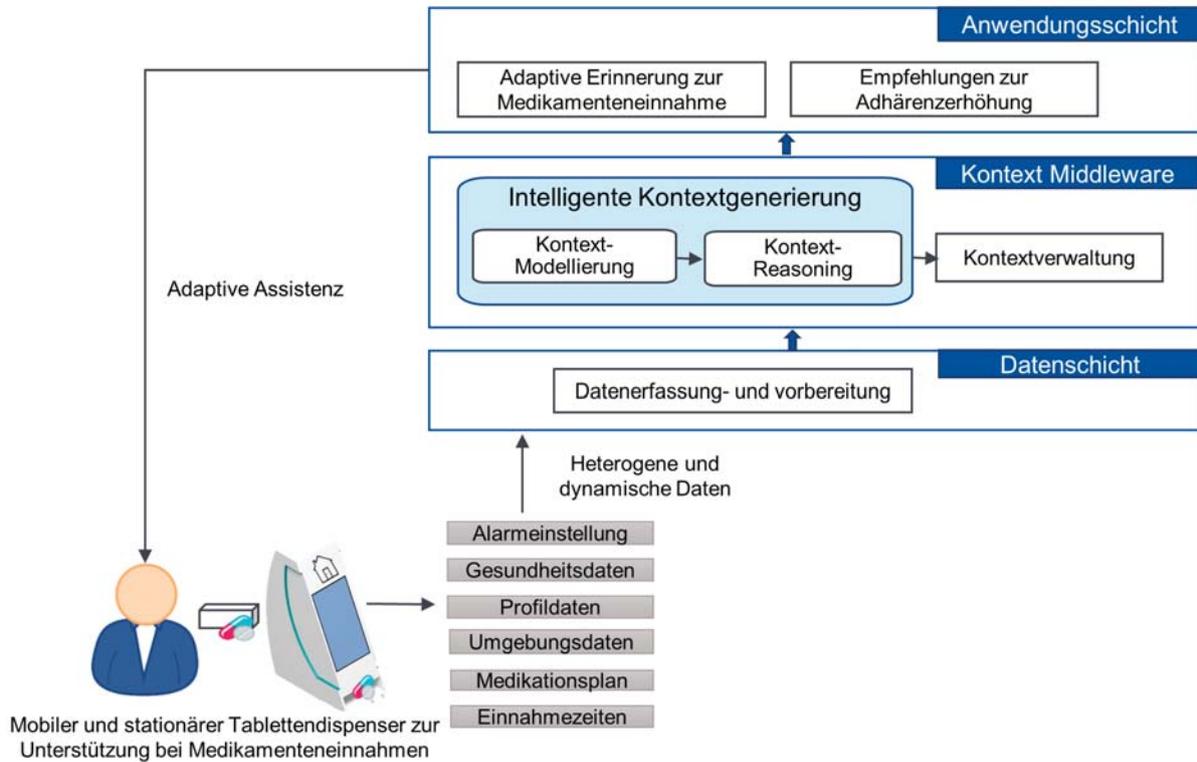
Bearbeiter: Timo Müller

Im Kontext von Industrie 4.0 ist eine hohe Individualisierung der Produktion gefordert; diese Produktion wird zukünftig immer mehr mithilfe sogenannter Cyber-Physischer Produktionssysteme (CPPS) realisiert. Durch den verstärkten Bedarf, kleine Losgrößen zu realisieren und die Unmöglichkeit der Vorhersage aller Ziele eines Systems zur Entwicklungszeit kommt es zur Betriebszeit immer öfter zu einer Änderung der Anforderungen an ein Produktionssystem. Der Rekonfiguration von CPPS und ihrer Komponenten kommt daher eine stetig wachsende Bedeutung zu.

Die Rekonfiguration von Produktionssystemen beruht heutzutage sowohl auf der Dokumentation des Gesamtsystems als auch auf nicht dokumentiertem (Experten-)Wissen und wird größtenteils individuell durchgeführt. Dies geschieht in einem zeitaufwendigen und fehleranfälligen Prozess. Besonders problematisch sind dabei die schwer zu gewährleistende Aktualität und Vollständigkeit der Dokumentation des Systems sowie Schwierigkeiten bei der Erfassung bzw. Abbildbarkeit von Expertenwissen. Weiterhin führt die Abhängigkeit des Rekonfigurationsfindungs-Prozesses von der Erfahrung des Menschen dazu, dass nur eine Teilmenge der möglichen Lösungen betrachtet wird und diese auch nicht anhand von objektiven Kriterien ausgewählt wird.

Dieses Forschungsvorhaben beschäftigt sich deshalb mit der Untersuchung der Potenziale von CPPS - im Bereich der diskreten Fertigung - hinsichtlich der Rekonfiguration dieser Systeme.

Ein neuartiges Konzept bereichert hierzu das CPPS um die Fähigkeit zu einem selbstorganisierten Rekonfigurationsmanagement. Dieses umfasst sowohl die Ermittlung von Rekonfigurationsbedarf zur Betriebszeit als auch die Rekonfigurationsplanung. Hierdurch kann das CPPS selbstständig auf Anforderungsänderungen reagieren und eine geeignete Konfiguration finden, um den neuen Anforderungen entsprechend produzieren zu können.



Schematische Darstellung des kontextbewussten Assistenzsystems zur adaptiven Nutzerunterstützung

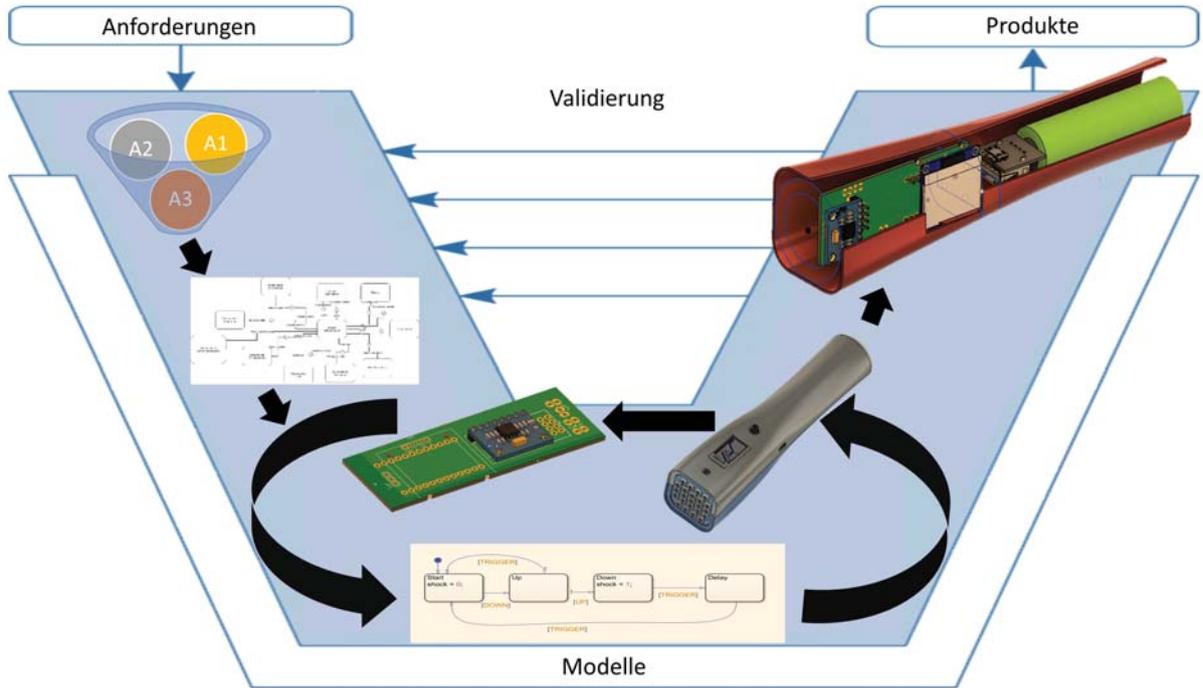
### Kontextbewusste Assistenzsysteme zur adaptiven Nutzerunterstützung im Kontext von Ambient Assisted Living

Bearbeiterin: Nada Sahlab

Die adaptive Unterstützung von Menschen mit Einschränkungen, insbesondere ältere Menschen, stellt eine zunehmende Herausforderung im Hinblick auf den demographischen Wandel dar. Durch technische Assistenzsysteme aus dem Bereich Ambient Assisted Living werden Informations- und Kommunikationstechnologien angewandt, um die Autonomie sowie die Lebensqualität im Alter zu bewahren. Allerdings zeichnen sich diese Systeme größtenteils durch Geschlossenheit aus; so sind viele dieser Systeme auf bestimmte Infrastrukturen und Informationsgehalte ausgelegt, sodass die Assistenz begrenzt, nicht-adaptiv und somit ineffizient erfolgt. Durch die vermehrte Vernetzung von Sensoren sowie deren Internetverbindung zu höheren Systemen liegt ein Potential zur Steigerung der Effizienz von Ambient Assisted Living-Systemen.

Das Promotionsvorhaben beschäftigt sich mit dem Konzept einer kontext-bewussten Nutzerunterstützung im Ambient Assisted Living-Bereich. Dabei wird ein Ansatz konzipiert, der die veränderliche Nutzersituation durch die Erfassung und Verarbeitung heterogener Sensordaten abbildet und den abgeleiteten Nutzerkontext als Service an verschiedenen Ambient Assisted Living-Anwendungen zur adaptiven Unterstützung zur Verfügung stellt.

Als Anwendungsfall wird die Unterstützung bei Medikationseinnahmen untersucht. Dabei werden verschiedene heterogene und verteilte Datenquellen berücksichtigt, die durch Umgebungsdaten, medizinische Befunde sowie Vitaldaten eines Nutzers repräsentiert sind. Durch die Ermittlung des aktuellen Nutzerkontextes können Anwendungen zur adaptiven Erinnerung sowie zur Verhaltensmodellierung optimiert werden.



Erweitertes V-Modell in der Systementwicklung

### Intelligente Systementwicklung mechatronischer Systeme mit hohem Softwareanteil

Bearbeiter: Dustin White

Die Konzepte des Systems Engineering finden mehr und mehr Einzug in der Automobilindustrie. In diesem Zuge werden zunehmend Modelle eingesetzt, um für den Menschen die einzelnen Bestandteile eines Systems verständlich darzustellen. Gleichzeitig bieten Modelle den Vorteil, Teile der in der frühen Entwicklungsphase generierten Informationen zu formalisieren und maschinenlesbar zu machen.

Die Automobilindustrie, die zu großen Teilen noch im Zeitalter des klassischen Maschinenbaus steckt, muss dabei die Transformation zu einer digitalen Industrie schaffen, die softwareintensive Produkte herstellt. Dabei werden Softwaretools benötigt, die den Systemingenieur unterstützen, das Produkt und seine Bestandteile auf einem hohen Abstraktionslevel zu betrachten.

Trotz weitgehender Verbesserungen im Softwareentwicklungsprozess in der Automobilbranche treten immer noch unaufklärbare Softwarefehler auf. Zudem sind viele softwaregesteuerte Funktionen sicherheitskritisch. Der Systementwicklungsprozess leidet an den Übergängen vom Systemingenieur zu den Software-, Elektro- und Hardwareingenieuren.

Während der Systemingenieur das System auslegt und beschreibt und dabei durch funktionale Gedanken getrieben wird, muss der Softwareingenieur, der schließlich die Software auf Grundlage der Systembeschreibung entwickelt, die Beschreibung in eine objektorientierte Gedankenwelt integrieren.

Es wird ein Konzept entwickelt, das den Systemingenieur stärker mit dem Softwareingenieur verbindet und Strukturbrüche über den gesamten Systementwicklungsprozess vermeidet.



Modellbasierte Analyse von Steuerungssoftware zur effizienten Absicherung wandlungsfähiger Automatisierungssysteme

### Absicherung von verteilten Automatisierungssystemen nach Änderungen der Steuerungssoftware

Bearbeiter: Andreas Zeller

Ständig wandelnde Umgebungsbedingungen führen dazu, dass Automatisierungssysteme oftmals angepasst werden müssen. Die Auswirkungen dieser Funktionsänderungen, welche meist durch Software realisiert sind, müssen vor Inbetriebnahme durch Tests abgesichert werden. Dies führt dazu, dass das Thema Software-Test in der Betriebsphase zunehmend an Relevanz gewinnt. Dabei fehlt es an Methoden, um Anlagenbetreiber bei der Absicherung von Softwareänderungen zu unterstützen.

Das dafür entworfene Konzept zielt darauf ab, Anlagenbetreiber bei der Absicherung ihres Automatisierungssystems zu unterstützen. Es basiert auf einem modellbasierten Ansatz, über welchen Auswirkungen von Softwareänderungen erkannt und das betroffene Teilsystem automatisiert über formale Verifikationsverfahren abgesichert werden kann. Dabei wird das Systemmodell eines Automatisierungssystems im Rahmen eines dreistufigen Prozesses automatisiert aus Modellen der Komponenten des Automatisierungssystems generiert.

Die Umsetzung des Konzepts - TestIAS - generiert vollautomatisiert die Aussage, ob eine Steuerung nach Funktionsänderungen noch funktioniert. Dazu wird geprüft, ob definierte Systemanforderungen noch eingehalten werden.

Die Funktionalität und der Mehrwert des Konzepts können anhand des Demonstrators -TestIAS - empirisch evaluiert werden. TestIAS lässt sich ad-hoc in ein Automatisierungssystem integrieren. Zur Absicherung identifiziert TestIAS Änderungen, analysiert deren Auswirkungen und verifiziert betroffene Teilsysteme vollautomatisiert.

Zwischenzeitlich wurde die Forschung abgeschlossen und die Ergebnisse stehen für den Transfer in die Industrie bereit.

## Erstellung und Synchronisierung eines multi-disziplinären Digitalen Zwillings der Produktion

Bearbeiter: Dominik Braun

Das Konzept des Digitalen Zwillings für die Produktion gewinnt im Rahmen der Bestrebungen zur durchgängigen Digitalisierung immer stärker an Bedeutung und unterstützt bei der Herstellung von kundenspezifischen Produkten. Ein Digitaler Zwilling der Produktion besteht aus Daten unterschiedlicher Engineering-Fachrichtungen wie der Mechanik, der Elektrik oder der Automatisierung. Neben der erstmaligen Erstellung eines solchen multi-disziplinären Digitalen Zwillings mit konsistenten Verknüpfungen der Disziplinen ergibt sich die Problemstellung der Synchronisation des Digitalen Zwillings bei verschiedenen Änderungen in der Realität.

Der wesentliche Teil der Forschung besteht in der Untersuchung der Möglichkeiten, wie Veränderungen der unterschiedlichen Domänen des Digitalen Zwillings in der Realität detektiert werden können und wie diese verschiedenen Facetten zur ganzheitlichen Synchronisation des Digitalen Zwillings beitragen können. Der Austausch mit Anwendern und Entwicklungsingenieuren im Forschungscampus ARENA2036, welche auf demselben Thema arbeiten, soll die Forschung unterstützen.

### Modellbasierte funktionale Absicherung von autonomen Systemen während des Betriebs

Bearbeiter: Manuel Müller

Die Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz und der Automatisierungstechnik bringen Systeme mit zunehmender Autonomie hervor. Ein autonomes System zeichnet sich unter anderem durch seine Selbstanpassung während des Betriebs und die Unsicherheit bezüglich seiner Umgebung aus.

Diese Eigenschaften von autonomen Systeme sind schwierig funktional abzusichern. Insbesondere müssen diese Systeme mit Bewertungsmechanismen ausgestattet werden, die es erlauben, während des Betriebs die funktionale Sicherheit in einem geänderten Umfeld neu zu bewerten. Außerdem müssen Handlungsoptionen auf ihren Einfluss auf die funktionale Sicherheit geprüft werden. Diese Einschätzung soll auf Basis von Modellen erfolgen.



### Assistenzsystem zur Qualitätssicherung im Kontext von Industrie 4.0

Das vom BMWi geförderte Projekt EMuDig 4.0 („Effizienzschub in der Massivumformung durch Entwicklung und Integration digitaler Technologien im Engineering der gesamten Wertschöpfungskette“) befasst sich mit der Entwicklung einer anwendungsorientierten Lösung, mit der die Daten komplexer Produktionsanlagen entlang der gesamten Wertschöpfungskette erfasst, gespeichert, verarbeitet und analysiert werden können. Das IAS beteiligt sich am Gesamtvorhaben bei der Entwicklung und Umsetzung von Ansätzen zur Datenintegration, -modellierung und -analyse. Die Modellierung der komplexen Zusammenhänge entlang einer beispielhaften Prozesskette der Massivumformung sowie die Umsetzung einer intelligenten, adaptiven Qualitätsregelung bilden die Hauptkomponenten des entwickelten Assistenzsystems. Zeitsensitive, neuronale Netze erlauben die Detektion von Anomalien und die Modellbildung von auftretenden Nichtlinearitäten.

Am IAS wird ein Konzept zur durchgängigen Integration heterogener Datenquellen entwickelt, das eine Strukturierung, Zuordnung und einheitliche Weitergabe an höhere Verarbeitungsschichten beinhaltet. Dieses Konzept wird anhand verschiedener technischer Systeme realisiert. Eine darauf aufbauende Modellierung der multidimensionalen Zusammenhänge beispielhafter Prozessketten der Massivumformung sowie die Umsetzung einer kaskadierten, adaptiven Regelung des gesamten technischen Prozesses bilden die wesentlichen Funktionen des Assistenzsystems zur Qualitätssicherung. Das Assistenzsystem wird cloudbasiert implementiert und ist als Private Cloud im Netz der Universität Stuttgart verfügbar. Werker oder Produktionsleiter können dadurch je nach Benutzerrechten beispielsweise direkt vom mobilen Endgerät auf die Anlagen zugreifen und dessen Prozessdaten in Echtzeit, die relevanten Bauteilzuordnungen sowie Ergebnisse von Ad-hoc Analysen visualisieren. Zusätzlich sind die Einstellung eines vollständig automatisierten Regelkreises sowie die manuelle Manipulation der Anlagen möglich.



Schematische Darstellung der Vernetzung des stationären und mobilen Tablettendispensers mit dem zentralen cloudbasierten Server

### TANTUM - „Therapietreue Tabletteneinnahme für multimorbide Patienten leicht gemacht“

Das von Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) geförderte Forschungsprojekt „TANTUM“ wird durch das IAS in Kooperation mit dem Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) und der Firma Compware Medical bearbeitet.

Ziel dieses Projektes ist es, ein innovatives und intelligentes Gesamtsystem zu entwickeln, das eine regelmäßige und präzise Medikamenteneinnahme ermöglicht. Die Hauptnutzerguppe bildet sich hierbei aus älteren, chronisch erkrankten Menschen.

Das zu entwickelnde Assistenzsystem soll sich an die Bedürfnisse des Nutzers anpassen und ihn adaptiv unterstützen. Der entstandene Lösungsansatz berücksichtigt Altersgerechtigkeit durch die Benutzbarkeit des automatisierten Systems. Demzufolge wird ein System aus einem stationären sowie einem mobilen Tablettendispenser entwickelt, welches die Flexibilität des Systems und die Integration in den Alltag steigert. Durch die Vernetzung beider Teilsysteme mit dem zentralen cloudbasierten Server sind alle Informationen zur Medikamentenentnahme lokal aber auch zentral zuverlässig und sicher gespeichert. Der Grad der Automatisierung soll besonders den älteren Nutzern bei der Befüllung von Tabletten sowie bei der Tablettenausgabe unterstützen und entlasten.

Durch die dauerhaft synchronisierte Datenerfassung können Service durch Schnittstellen zu Apotheken und zum Arzt ermöglicht werden. So kann eine effiziente Nachlieferung der Tabletten von der Apotheke stattfinden sowie eine verbesserte Patientendiagnose durch eine Medikamentenadhärenzmodellierung erfolgen.

Die Ergebnisse werden anhand eines vom IAS entwickelnden Prototypen umgesetzt, welche hard- und software-technisch implementiert sowie in ein altersgerechtes Gehäuse-Design des IKTD eingebettet werden.

## Eine Architektur für den Digitalen Zwilling

Der Digitale Zwilling ist ein virtuelles Abbild eines physischen Assets in einem Cyber-Physischen Produktionssystem, das in der Lage ist, seine statischen und dynamischen Eigenschaften zu spiegeln. Es enthält und bildet verschiedene Modelle eines physischen Assets ab, wovon einige ausführbar sind, sogenannte Simulationsmodelle. Aber nicht alle Modelle sind ausführbar, deshalb ist der Digitale Zwilling mehr als nur eine Simulation eines physikalischen Assets. In diesem Zusammenhang kann ein Asset ein bereits in der realen Welt existierendes Entität sein oder eine Repräsentation einer zukünftigen Entität, die konstruiert werden soll.

In Kooperation mit Siemens Corporate Technologies wird am IAS eine Architektur für einen Digitalen Zwilling vorgestellt und diese wird anhand eines eingängigen Beispiels aus der Logistik durch verschiedene Technologien wie Co-Simulation, Austauschformate und Ontologien sowie kognitive Funktionen realisiert. Im Sinne des Technologietransfers sollen dadurch abstrakte Konzepte einen erleichterten Eingang in die industrielle Praxis finden.



Realisierung der Architektur des Digitalen Zwillings anhand eines LKW-Modells

### Konzeptuntersuchungen für modellbasierte Entwicklungsprozesse

Am IAS werden die modellbasierten Entwicklungsprozesse im Automotive-Umfeld untersucht. Insbesondere der abstrakte modellbasierte Systementwicklungsprozess, der in der Luft- und Raumfahrtindustrie schon lange Standard ist, findet erst jetzt bei der maschinenbaugeprägten Automobilindustrie Einzug. Aufgrund der stetig steigenden Komplexität der Teilsysteme eines Automobils, die zudem immer softwarelastiger werden, müssen Konzepte gefunden werden, diese Komplexität interdisziplinär zu kontrollieren.

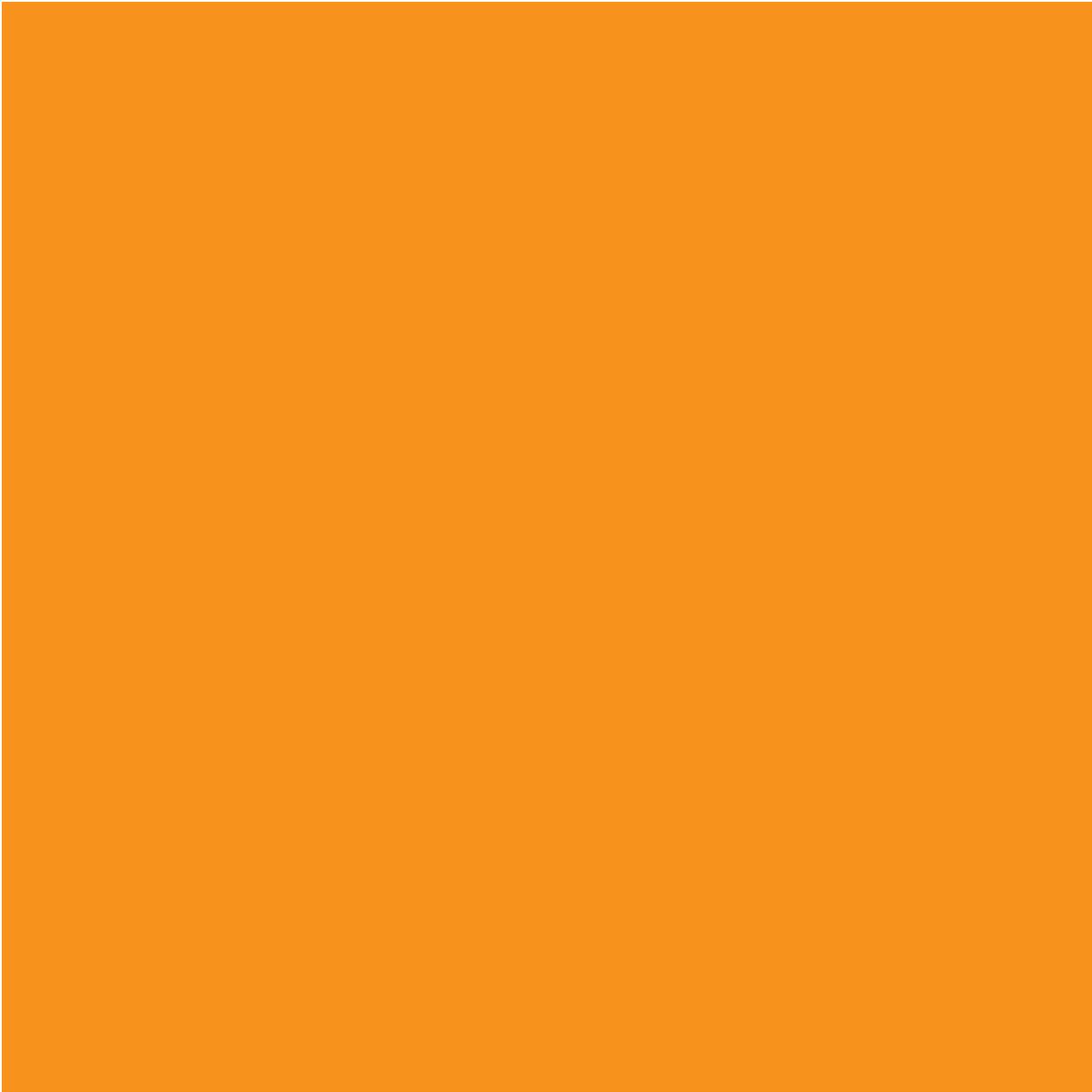
Während - aufbauend auf der modellbasierten Entwicklung - die modellgetriebene Entwicklung anhand eines Beispielobjekts detailliert analysiert wird, werden anschließend Simulationsaspekte und ihre Vorteile in frühen Entwicklungsphasen untersucht. Das IAS eruiert dabei die verschiedenen Konzepte der modellbasierten Entwicklung und optimiert respektive automatisiert entscheidende Schritte der Entwicklungsphase.

### Simulation zur Absicherung der Integration von automatisierten Systemen in vernetzten Umgebungen

Es sollen neuartige Simulationskonzepte und -verfahren zur Simulation von Internet der Dinge-Systemen entwickelt werden. Die Simulation respektive das Simulationskonzept soll die Integration und Absicherung von heterogenen und dynamischen Internet der Dinge-Systemen verbessern.

### Echtzeit-Lokalisierungs-Systeme in der Produktion

Durch den Einsatz von Real-Time Locating Systems eröffnen sich vielfältige neue Möglichkeiten im Bereich der Fertigungsindustrie. Diese Systeme stellen eine innovative zusätzliche Datenquelle dar. Durch den Einsatz von Ultra-Breitband-Technologien ist eine sehr präzise Lokalisierung auch in geschlossenen Räumen möglich. Damit ermöglichen Real-Time Locating Systems das Sammeln von sehr hochwertigen Positionierungsdaten, auf Basis derer anschließend detaillierte Informationen über Fertigungsprozesse gesammelt und komplexe Automatisierungslösungen entwickelt werden können. Im Rahmen dieses Projekts wird der Umgang mit sowie die Möglichkeiten von Echtzeit-Lokalisierungs-Systemen untersucht.

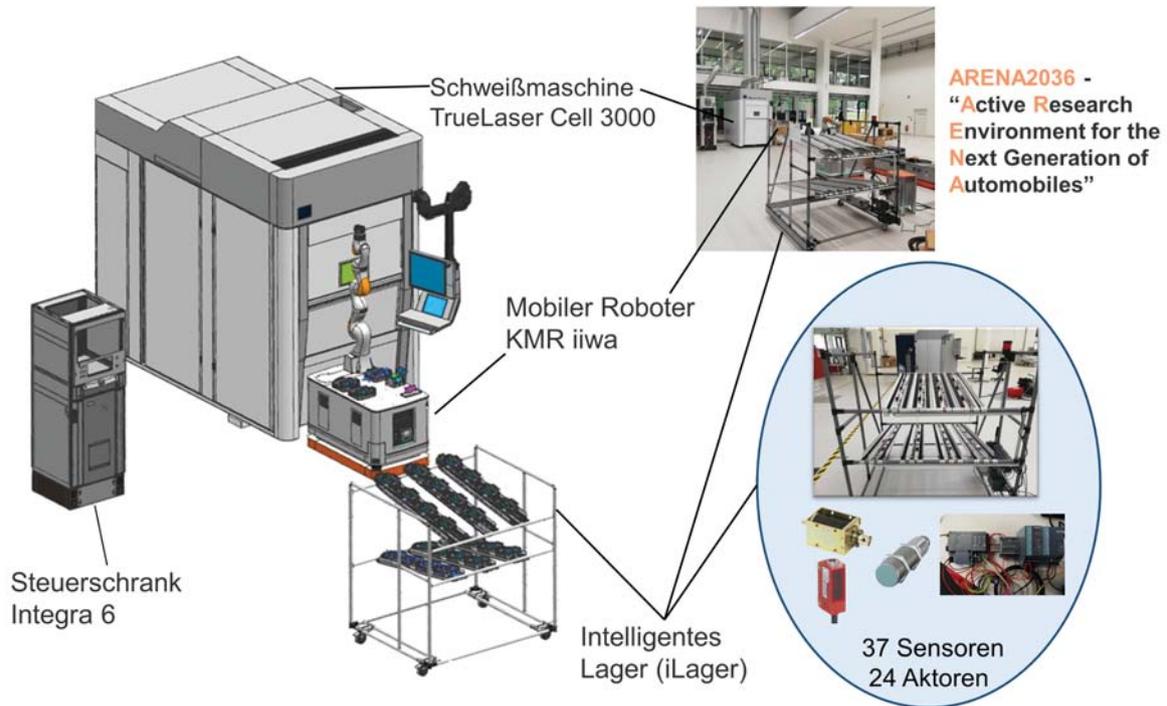


## DEMONSTRATOREN

Es ist ein großes Anliegen des IAS, die Ergebnisse der wissenschaftlichen Methoden der Automatisierungstechnik verständlich darzustellen. Daher sind auch im Jahr 2019 am IAS neue Demonstratoren entstanden bzw. bestehende Demonstratoren weiterentwickelt worden:

- Im Forschungscampus ARENA2036 wurde der neue Modellprozess „Digitaler Zwilling und reales iLager in der flexiblen Produktionsanlage“ entwickelt, um den Ansatz der Synchronisation des Digitalen Zwillings mit der realen Welt zu demonstrieren.
- Ebenfalls neu ist der Modellprozess „Plug and Simulate im Internet der Dinge“. Dieser Modellprozess dient der Anschaulichkeit des Co-Simulationsansatz als ein Teilgebiet des Digitalen Zwillings.
- Im Rahmen einer interdisziplinären Forschungskooperation mit dem Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) und der Firma CompWare ist der Modellprozess „Tablettendispenser“ im Entstehen. Hierbei werden die bestehenden Modellprozesse Arzneischrank und Rollator in einen Demonstrator-Verbund integriert.
- Weiterentwickelt wurde der Demonstrator „Truck mit Digital Twin“. Die Weiterentwicklung soll die Intelligenz-Aspekte des Digitalen Zwillings demonstrieren.
- Auch der Modellprozess „Simulation von mechanischen und softwarebasierten Umbaumaßnahmen“ wurde weiterentwickelt, um die neuesten Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Modernisierung bestehender Automatisierungsanlagen zu veranschaulichen.
- Schließlich wurde am Modellprozess „Synchronisierter Digitaler Zwilling mittels eines Assistenzsystems“ weitergearbeitet, um domänenübergreifende Änderungsdetektion und Synchronisierung des Digitalen Zwillings zu demonstrieren.

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen die neuen bzw. weiterentwickelten Demonstratoren am IAS vor.



Digitaler Zwilling und reales iLager in der flexiblen Produktionsanlage

### Flexibilisierung einer Produktionsanlage im Forschungscampus ARENA2036 durch einen Digitalen Zwilling

Im Forschungscampus Active Research Environment for the Next Generation of Automobile (ARENA2036) wurde in Kooperation zwischen den Unternehmen Siemens, Trumpf und KUKA und dem IAS eine flexible Produktionsanlage realisiert. Die flexible Produktionsanlage in der Forschungshalle der ARENA2036 besteht aus vier automatisierten Systemen mit dezentraler Steuerung (Schweißmaschine, mobiler Roboter, intelligentes Lager und Steuerschrank zur Kopfsteuerung), die aus vier Blechteilen durch Kommunikation über WLAN ein Modellauto herstellen. Die automatisierten Systeme sind nicht in einem festen, konventionellen Liniengestänge angeordnet, sondern werden vom mobilen Roboter als fahrerloses Transportfahrzeug verbunden. Dies ermöglicht einen variablen und leicht modifizierbaren Fertigungsprozess.

In diesem Projekt hat das IAS ein intelligentes Lager (iLager) sowohl physisch als auch digital entworfen und gebaut. Das iLager wird als Vorratslager für die vorgefertigten Blecheinzelteile in den Werkstückträger verwendet, welche dem mobilen Roboter zur Verfügung stehen. Die Position des iLagers ist dank seines fahrbaren Aufbaus flexibel und der Roboter kann durch Kommunikation per WLAN dessen Position erkennen.

Die Modelle des Digitalen Zwillings des iLagers wurden mit diversen Tools in den Domänen Mechanik, Elektrik und Software auf dem Server in der ARENA2036 erstellt. Darüber hinaus werden die domänenübergreifenden Modelle des Digitalen Zwillings des iLagers durch ein bereits am IAS bestehendes Assistenzsystem, das die Ankerpunktmethodik implementiert, während des gesamten Lebenszyklus ständig automatisiert synchronisiert.

## „Plug-and-Simulate“ im Internet der Dinge

Durch das Aufkommen des Digitalen Zwillinges wird es möglich, Simulation auch während des Betriebs von Systemen zu nutzen, indem eine Simulation parallel zum realen System läuft, um den Betreiber bei Optimierungen zu unterstützen oder „Predictive Maintenance“ zu ermöglichen. Bei Systemen im Internet der Dinge ergibt sich hierbei allerdings die Schwierigkeit, dass aufgrund der Heterogenität dieser Systeme verschiedene Simulationstools zum Einsatz kommen müssen. Das Hinzukommen von Komponenten während der Laufzeit bedingt eine hohe Dynamik. Diese macht eine Erweiterung der Simulation während der Laufzeit notwendig.

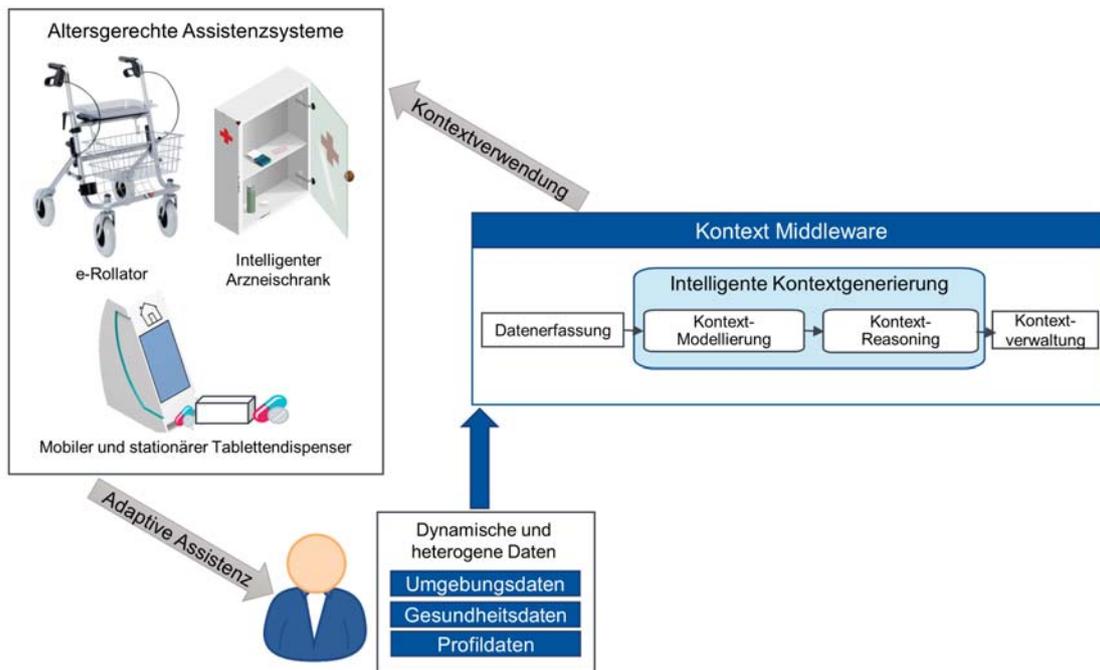
Hierfür wird am IAS ein „Plug-and-Simulate“-fähiges Co-Simulationsframework entwickelt. Dabei wird jede Komponente in der für sie vorgesehenen Simulationsumgebung simuliert und durch einen Softwareagenten repräsentiert. Durch diese Repräsentation ist es möglich, die Simulationen dynamisch zur Laufzeit über das Agentensystem zu koppeln. Zusätzlich synchronisiert das Agentensystem die einzelnen Simulationen und simuliert darüber hinaus eine Umgebung, welche die physikalischen Interaktionen zwischen den einzelnen Komponenten darstellt.



## Neue Demonstratoren am IAS

### Tablettendispenser, Arzneischrank und e-Rollator

Bei diesem zu entwickelnden Demonstrator geht es darum, einen Verbund aus existierenden Assistenzsystemen, nämlich einem Tablettendispenser, einem e-Rollator sowie einem intelligenten Arzneischrank für die Gewährleistung einer besseren Unterstützung von Menschen mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu entwickeln. Aus der Vernetzung und dem Datenaustausch der einzelnen Assistenzsysteme (Aktivitätsdaten des e-Rollators, Einnahmezeiten von Tabletten aus dem Tablettendispenser etc.) wird übergeordnetes Wissen zur aktuellen Situation eines Individuums verarbeitet, was wiederum von den einzelnen Assistenzsystemen zur adaptiven Unterstützung verwendet werden kann.



Was ist  
ein Digitaler  
Zwilling?



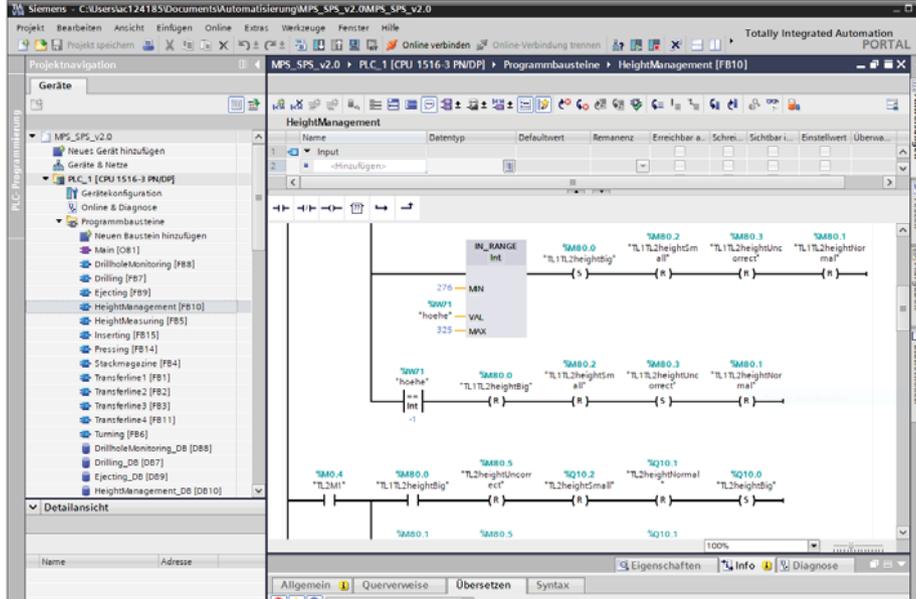
### LKW Digitaler Zwilling

Der Digitale Zwilling bietet eine vielversprechende Chance, eine smarte Produktion umzusetzen und Cyber-Physische Systeme in die Fertigung zu integrieren.

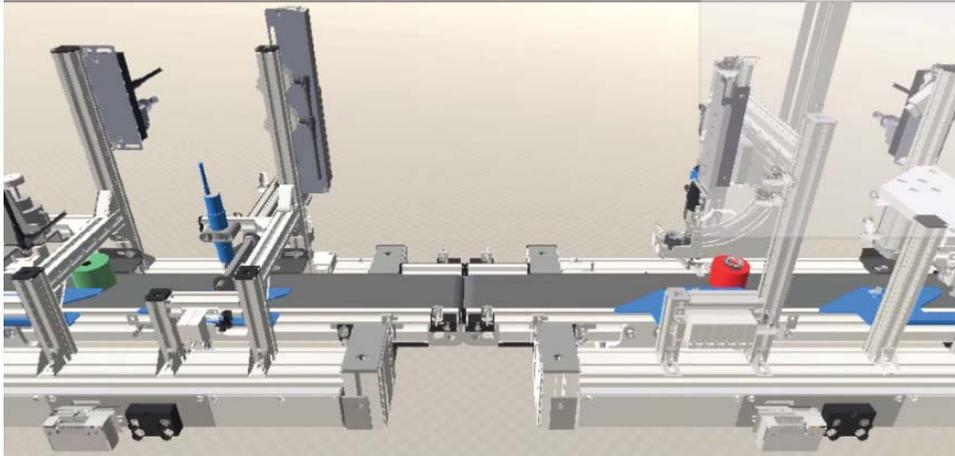
Der Digitale Zwilling besteht aus unterschiedlichen Modellen eines physischen Objekts, die zueinander konsistent sind und die jeweiligen Eigenschaften und Funktionen während des gesamten Lebenszyklus vollständig widerspiegeln. Der Digitale Zwilling ist ein Ansatz, um alle generierten digitalen Modelle einer Komponente oder eines Systems entlang ihres Lebenszyklus zu verwalten sowie sie bei Bedarf durch Simulations- oder Optimierungsfunktionen abzurufen und damit auftretende Herausforderungen zu bewältigen.

Um die Vorteile aufzuzeigen, die ein Digitaler Zwilling mitbringt, wurde am IAS der Demonstrator „Truck mit Digital Twin“ entwickelt. Dieser zeigt den inneren Aufbau und vermittelt die Funktionsweise eines Digitalen Zwillings. Auf physischer Seite besteht er aus einem LKW-Aufbau und auf Cyber-Seite entsprechend aus Modellen, die grafisch dargestellt werden. Verschiedene Szenarien erlauben eine Interaktion sowohl mit der physischen Welt als auch mit der Cyber-Welt.

Bei der Weiterentwicklung dieses Demonstrators wurden die Intelligenz-Aspekte des Digitalen Zwillings berücksichtigt und demonstrieren diese.



Änderungen am SPS-Programm zur Höhenerkennung



Simulation des modernisierten modularen Produktionssystems verarbeitet Werkstücke unterschiedlicher Höhe

### Simulation von mechanischen und softwarebasierten Umbaumaßnahmen

Veränderte Anforderungen in einem dynamischen Produktionsumfeld erfordern häufig Umbauten einer Maschine während ihres langen Lebenszyklus. Da es sich bei diesen Maschinen um mechatronische Systeme handelt, müssen beim Umbau sowohl Abhängigkeiten zwischen den beteiligten Disziplinen (Mechanik, Elektrik/Elektronik, Software) berücksichtigt werden als auch Abhängigkeiten, die sich aus dem Zusammenspiel von Produkt-, Prozess- und Ressourcenparametern (PPR) der Maschine bzw. des Produktes ergeben.

Um Umbaumaßnahmen vor der Umsetzung an der realen Maschine simulieren zu können, wurde im vergangenen Jahr am IAS ein neuer Demonstrator in Form einer Simulation entwickelt. Zur Berechnung der Physik in der Simulation wird die Game-Engine von Unity3D verwendet, in der die CAD-Modelle der Komponenten simuliert werden. Die Simulation wird über die Ein- und Ausgänge von SIMATIC S7 PLCSIM Advanced gesteuert.

In diesem Jahr wurden zusätzliche Bearbeitungsstationen zum Einlegen und Einpressen eines Kugellagers in die Simulation integriert. Zudem wurde anhand eines Erklärvideos in der Simulation gezeigt, welche Änderungen an Hardware und Software erforderlich sind, um in der Maschine künftig Werkstücke mit unterschiedlicher Höhe zu produzieren. Anhand dieses Erklärvideos soll das Thema der Modernisierung bzw. des Umbaus von Produktionsmaschinen anschaulich präsentiert werden.

Die Simulation wurde ebenfalls dazu genutzt, um das am IAS entwickelte Assistenzsystem zur Modernisierungsplanung mithilfe von verschiedenen Umbauszenarien zu evaluieren.

Wie halten wir  
den  
Digitalen Zwilling  
aktuell?



Synchronisierter Digitaler Zwilling eines Modularen Produktionssystems

### Synchronisierter Digitaler Zwilling mittels eines Assistenzsystems

Domänenübergreifende Änderungsdetektion und Synchronisierung des Digitalen Zwillings

Am IAS wurde ein Digitaler Zwilling eines Modular Production Systems (MPS) unter Verwendung verschiedener Tools wie Line Designer, Automation Designer, TIA Portal und Teamcenter sowie ein Assistenzsystem zur Evaluierung des Konzepts der Ankerpunktmethodologie entwickelt.

Der Digitale Zwilling des Modular Production Systems enthält domänenübergreifende Modelle des automatisierten Systems in den Domänen Mechanik, Elektrik und Software. Die Modelle werden über den gesamten Lebenszyklus des Systems über das Assistenzsystem automatisch synchronisiert.

Das weiterentwickelte Assistenzsystem dient zur domänenübergreifenden Änderungserkennung in der Fertigungsautomatisierung und Synchronisierung des Digitalen Zwillings durch Identifizierung und Analyse der geänderten Ankerpunkte und Relationen in der aktuellen Steuerungssoftware des Systems sowie der anschließenden automatisierten Anpassung der Modelle im zentralen Digitalen Zwilling.

## Übersicht zu den IAS-Veröffentlichungen aus dem Jahr 2019

Weitere Informationen und teilweise auch Papers bzw. Texte und Bilder finden Sie auf der IAS-Webseite [www.ias.uni-stuttgart.de](http://www.ias.uni-stuttgart.de) ⇒ Veröffentlichungen oder auf ResearchGate [https://www.researchgate.net/profile/Michael\\_Weyrich](https://www.researchgate.net/profile/Michael_Weyrich)

In diesem Jahr wurden 21 Beiträge neu veröffentlicht:

### 5G in der Automatisierung - Stunde Null für die Industrie

M. Weyrich

*atp magazin 06-07 2019, 21.06.2019, Vulkan-Verlag GmbH, Essen, 2019.*

### A formal mapping between OPC UA and the Semantic Web

R. Schiekofer, S. Grimm, M. M. Brandt and M. Weyrich

*2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Helsinki-Espoo, 2019*

### Agentenbasiertes Assistenzsystem zur Unterstützung bei der Anwendung der in FlexA entwickelten Methodik

P. Marks and M. Weyrich

*Universität Stuttgart, IAS, 2019*

### An Architecture of an Intelligent Digital Twin in a Cyber-Physical Production System

B. Ashtari Talkhestani, T. Jung, B. Lindemann, N. Sahlab, N. Jazdi, W. Schloegl and M. Weyrich

*at - Automatisierungstechnik, vol. 67, no. 9, pp. 762-782, 2019.*

### Architektur und Technologiekomponenten eines digitalen Zwillings

M. Klein, B. Maschler, B. Ashtari Talkhestani, A. Zeller, N. Jazdi, R. Rosen and M. Weyrich

*20. Leitkonferenz der Mess- und Automatisierungstechnik Automation 2019, 02.-03.Juli 2019, Baden-Baden, 2019.*

## PUBLIKATIONEN

### A Survey on the Necessity for a Digital Twin of Production in the Automotive Industry

F. Biesinger, B. Kraß and M. Weyrich

*23rd International Conference on Mechatronics Technology - ICMT 2019, 23.-26. Oct. 2019, Salerno, Italy, 2019.*

### Detektion von Anomalien zur Qualitätssicherung basierend auf Sequence-to-Sequence LSTM Netzen

B. Lindemann, N. Jazdi and M. Weyrich

*at - Automatisierungstechnik, vol. 67, no. 12, 2019.*

### Development of an Intelligent Pill Dispenser Based on an IoT-Approach

N. Sahlab, N. Jazdi, M. Weyrich, P. Schmid, F. Reichelt, T. Maier, G. Meyer-Philippi, M. Matschke and G. Kalka

*2. Int. Conference on Human Systems Engineering and Design - HSED 2019, 18. Sept. 2019, München, 2019*

### Editorial - Experte oder Generalist

M. Weyrich

*atp magazin, 03 2019 / 25.03.2019, Vulkan-Verlag GmbH, Essen, 2019.*

### Flexibles Framework zur Parallelisierung von simulationsbasierten Entwicklungsaufgaben in der Automatisierungstechnik

D. Vögeli, P. Göhner and M. Weyrich

*at - Automatisierungstechnik, vol. 67, no. 3, pp. 218-231, 2019.*

### Functional Verification of Distributed Automation Systems

A. Zeller, N. Jazdi and M. Weyrich

*The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Springer, published online: 03.07.2019.*

### Introduction of Group-Subscriptions for RESTful OPC UA clients in IIoT environments

R. Schiekofer and M. Weyrich

*2019 IEEE 24th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Zaragoza, 2019.*

## Fortsetzung: Übersicht zu den IAS-Veröffentlichungen aus dem Jahr 2019

Weitere Informationen und teilweise auch Papers bzw. Texte und Bilder finden Sie auf der IAS-Webseite [www.ias.uni-stuttgart.de](http://www.ias.uni-stuttgart.de) ⇒ Veröffentlichungen oder auf ResearchGate [https://www.researchgate.net/profile/Michael\\_Weyrich](https://www.researchgate.net/profile/Michael_Weyrich)

### Maschinelles Lernen für intelligente Automatisierungssysteme mit dezentraler Datenhaltung am Anwendungsfall Predictive Maintenance

B. Maschler, N. Jazdi and M. Weyrich

*20. Leitkonferenz der Mess- und Automatisierungstechnik Automation 2019, 02. Juli 2019, Baden-Baden, 2019.*

### Querying OPC UA information models with SPARQL

R. Schiekofer and M. Weyrich

*2019 IEEE 24th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Zaragoza, 2019.*

### Rekonfiguration von Intralogistiksystemen mit Hilfe von Simulation unter Einbeziehung von Umfeldbedingungen - Potenzialanalyse

R. Noortwyck, T. Jung, N. Jazdi, R. Schulz and M. Weyrich

*15. Fachkolloquium der WGTL, 12. September 2019, Rostock, 2019.*

### The Facets of Digital Twins in Production and the Automotive Industry

F. Biesinger and M. Weyrich

*23rd International Conference on Mechatronics Technology - ICMT 2019, 23.-26. Oct. 2019, Salerno, Italy, 2019.*

### User Centered Design of a Pill Dispenser for the Elderly

F. Reichelt, P. Schmid, T. Maier, N. Sahlab, N. Jazdi, M. Weyrich, G. Meyer-Philippi, G. Kalka and M. Matschke

*2. Int. Conference on Human Systems Engineering and Design - HSED 2019, 17. Sept. 2019, München, 2019*

## PUBLIKATIONEN

### Validation of Autonomous Systems

C. Ebert and M. Weyrich

*IEEE SOFTWARE*, vol. 36, no. 9/10, pp. 15-23, 2019.

### Validierung automatisierter und autonomer Fahrzeuge

C. Ebert and M. Weyrich

*ATZ elektron*, vol. 14, no. 9, pp. 26-32, 2019.

### With regards to the research portfolio of IAS: Institute of Industrial Automation and Software Engineering, University of Stuttgart

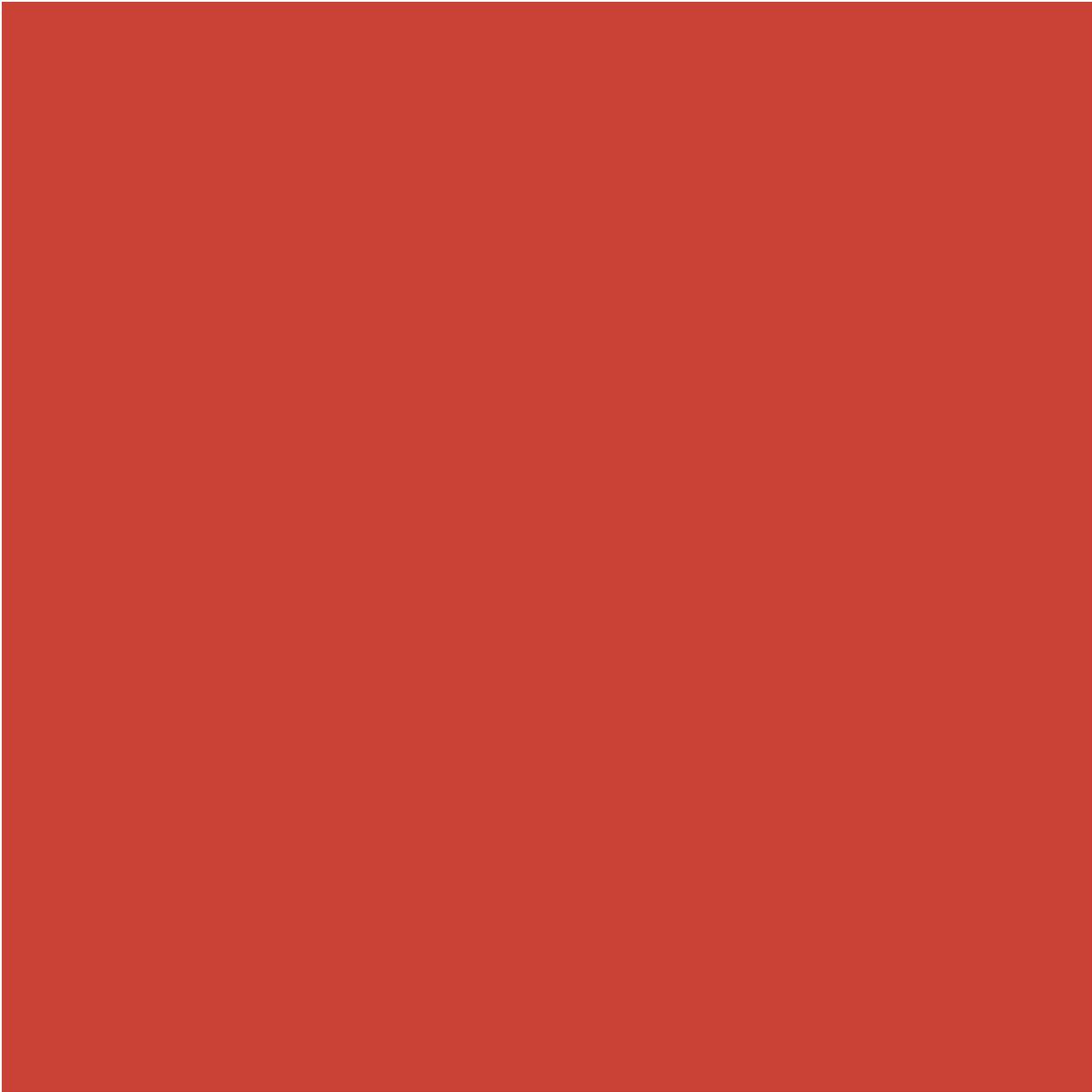
M. Weyrich

*VDMA-Collection "Industrie 4.0 Research at German Research Institutes - an Overview"*, VDMA, Edition 2019,  
published online: 14.10.2019

### Zum Forschungsportfolio des IAS: Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme, Universität Stuttgart

M. Weyrich

*VDMA-Sammlung „Industrie 4.0 - Forschung an deutschen Forschungsinstituten - ein Überblick“*, VDMA,  
Neuaufgabe 2019, published online: 14.10.2019.



# LEHRE

Auf den folgenden Seiten erhalten Sie einen Überblick über die Lehre an unserem Institut.

## Neuer Masterstudiengang Autonome Systeme

Neben den u. g. Lehrgebieten ist der neu geschaffene Masterstudiengang Autonome Systeme bei der Fakultät 5 angesiedelt und wird von Prof. Weyrich in seiner Funktion als Studiendekan betreut. Mit dem fakultätsübergreifenden Masterstudiengang stärkt die Universität Stuttgart die Bedeutung eines zentralen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunktes bei der Ausbildung der Ingenieurinnen und Ingenieure von Morgen. Der Studiengang ist in zwei wählbaren Profilen Vernetzte Intelligenz und Intelligente Automatisierung in Kombination mit fünf vertiefenden Anwendungsfächern organisiert, an denen Institute aus den Bereichen Maschinenbau, Technische Kybernetik, Elektro- und Informationstechnik und Informatik mitwirken.

Die Lehre am IAS lässt sich in zwei Lehrgebiete unterteilen:

### Lehrgebiet Automatisierungstechnik

Das Lehrgebiet Automatisierungstechnik umfasst zum einen Automatisierungssysteme und -methoden, um solche Systeme strukturell, gerätetechnisch und programmtechnisch aufzubauen. Zum anderen sind die Ingenieur-tätigkeiten bei Automatisierungsprojekten und die Automatisierungsverfahren - insbesondere die Anwendung von Modellierungskonzepten - Gegenstand der vermittelten Lehrinhalte. Das IAS bietet in diesem Zusammenhang vier Vorlesungen an: Automatisierungstechnik I und II, Verlässlichkeit intelligenter verteilter Automatisierungssysteme und Industrial Automation Systems. Die Ringvorlesung Aspekte Autonomer Systeme ergänzt den allgemeinen Vorlesungsstoff mit Vorträgen aus der Forschung. Komplettiert wird der Vorlesungsblock durch das Fachpraktikum Automatisierungstechnik.

### Lehrgebiet Softwaresysteme

Im Schwerpunkt Technologien und Methoden der Softwaresysteme steht aufgrund der technischen Entwicklung zunehmend die Orchestrierung im Mittelpunkt. Die Bestandteile dieser Lehre sind methodische Hilfsmittel wie Modelle, Prozesse, Prinzipien und Werkzeuge zur Konstruktion qualitativ hochwertiger Software. Das IAS bietet auf diesem Gebiet vier Grundlagen-Vorlesungen an: Technologien und Methoden der Softwaresysteme I und II, Software Engineering for Real-Time Systems und Grundlagen der Softwaresysteme. Zur praktischen Anwendung des Lehrstoffs wird das Fachpraktikum Softwaretechnik angeboten. Die Ringvorlesung Forum Software und Automatisierung ergänzt den allgemeinen Vorlesungsstoff mit Vorträgen aus der industriellen Praxis.

# VORLESUNGEN

## Aufzeichnung

Alle Lehrveranstaltungen des Instituts werden aufgezeichnet und kurz nach der Vorlesung online gestellt. Die Studierenden haben damit die Möglichkeit, den Stoff nachzubearbeiten und sich für die Prüfung optimal vorzubereiten.

## Automatisierungstechnik I

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

Ansprechpartner: Benjamin Maschler, M.Sc.

Der Fokus der Vorlesung liegt auf informationstechnischen Echtzeitanwendungen. Inhaltlich liegt der Schwerpunkt auf den grundlegenden Begriffen der Automatisierungstechnik, Automatisierungsgerätesystemen und deren Topographien, Schnittstellen zwischen dem Automatisierungscomputersystem und dem technischen Prozess, Grundlagen zu Kommunikationssystemen in der Automatisierungstechnik, Grundlagen der Echtzeitprogrammierung sowie Programmiersprachen für die Automatisierungstechnik. Der Zusammenhang zwischen diesen Themen und Schlagwörtern wie Machine-to-Machine-Communication, Internet of Things, Industrial Internet, Real Time Operation etc. wird aufgezeigt.

Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Mechatronik, Maschinenbau sowie Medizintechnik und wird dabei sowohl von Bachelor- als auch von Masterstudierenden besucht.

## Automatisierungstechnik II

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

Ansprechpartner: Manuel Müller, M.Sc.

Die Vorlesung Automatisierungstechnik II befasst sich mit der fachgerechten Durchführung von Automatisierungsprojekten, beschreibt etablierte Entwicklungsmethoden und Rechnerwerkzeuge, Modellierungstechniken, Algorithmen zur Informationsverarbeitung und zum maschinellen Lernen und gibt einen Ausblick auf aktuelle Themen der Automatisierungstechnik. Dabei wendet sich die Vorlesung an Studierende der Elektrotechnik und Informationstechnik, der Mechatronik, der Elektromobilität, der Medizintechnik sowie an Studierende des Studiengangs Nachhaltige Elektrische Energieversorgung. Die Vorlesung Automatisierungstechnik II baut auf Inhalte der Vorlesung Automatisierungstechnik I auf.

# VORLESUNGEN

## Verlässlichkeit intelligenter verteilter Automatisierungssysteme

Dozent und Ansprechpartner: Dr.-Ing. Nasser Jazdi

Seit dem Sommersemester 2019 wird die Vorlesung Verlässlichkeit intelligenter verteilter Automatisierungssysteme mit 6 Leistungspunkten angeboten. Im Rahmen dieser Vorlesung werden die Zuverlässigkeits- und Sicherheitstechniken gelehrt. Ergänzt werden die Themen mit dynamischer Berechnung der Zuverlässigkeit im Kontext Internet of Things. Neben der schriftlichen Prüfung müssen die Studierenden eine Projektarbeit durchführen. In der Projektarbeit werden die aktuellen Forschungsthemen wie „KI in der Automatisierung“, „Digital Twin“, „Cyber Physical Systems“ und „Einsatz von maschinellem Lernen in der Automatisierung“ untersucht und das Ergebnis in einer Ausarbeitung zusammengefasst.

## Grundlagen der Softwaresysteme

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

Ansprechpartner: Dustin White, M.Sc.

Die Vorlesung Grundlagen der Softwaresysteme hat sich mittlerweile im zweiten Semester des Bachelorstudiengangs Elektrotechnik etabliert. Die erste Vortragsübung wurde an die Änderungen angepasst und holt die Elektrotechnikstudierenden, die im ersten Semester die Programmiersprachen C und C++ gelernt haben, mit einem Vergleich der Programmiersprachen C++ und Java ab.

Auf Engagement von Herrn White werden schrittweise neue Konzepte der Hochschuldidaktik insbesondere dem Constructive Alinement in den Übungen umgesetzt.

Die Vorlesung behandelt weiterhin die Grundlagen der objektorientierten Softwareentwicklung, die heute in einer Vielzahl industrieller Softwareprojekte zum Einsatz kommt. Die Vorlesung umfasst die Basiskonzepte der objektorientierten Denkweise, die objektorientierte Analyse, den objektorientierten Entwurf bis hin zur Implementierung objektorientierter Softwaresysteme. Als Notation kommt dabei die Unified Modeling Language (UML) zum Einsatz.

# VORLESUNGEN

## Technologien und Methoden der Softwaresysteme I

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

Ansprechpartner: Timo Müller, M.Sc.

Die Vorlesung Technologien und Methoden der Softwaresysteme I behandelt die standardisierte, ingenieurmäßige Herstellung von Software und die damit verbundenen Technologien und Methoden. Softwaretechnik umfasst eine Vielzahl von Teilgebieten, die in ihrer Gesamtheit den gesamten Entwicklungsprozess - von der Planung bis zum Testen und dem Rollout - begleiten.

Die Vorlesung wurde zum Wintersemester 2018/19 stark überarbeitet und aktualisiert. Darüber hinaus wurde eine unbenotete Studienleistung eingeführt, in der Studierende Begriffe definieren und im Kontext der Softwareentwicklung erläutern müssen. Ausgewählte Beiträge werden auf der IAS-Homepage in einem Begriffslexikon veröffentlicht.

## Technologien und Methoden der Softwaresysteme II

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

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Nasser Jazdi

Im Rahmen der Vorlesung Technologien und Methoden der Softwaresysteme II werden aktuelle Themen aus dem Bereich der Softwaretechnik präsentiert. Während die Vorlesung TMS I verstärkt Themen aus dem Bereich Entwicklung von Software behandelt, beantwortet der zweite Teil vorrangig Fragen aus dem Umfeld der Softwareentwicklung, z. B. mit welchen Maßnahmen und Mitteln die Qualität von Softwaresystemen erhöht werden kann, welche Möglichkeiten bei der Wartung bzw. Weiterentwicklung von bestehenden Softwaresystemen zur Verfügung stehen und welche aktuellen Themen und Techniken die zukünftige Weiterentwicklung der Softwaretechnik prägen. Ab dem Sommersemester 2018 wurde die Vorlesung mit zwei neuen Kapiteln aus den Themengebieten „IoT-Softwaresysteme“ und „Cyber-Security für IoT-Softwaresysteme“ erweitert, um den Studierenden die aktuellen Entwicklungsthemen im Bereich Digitalisierung näher zu bringen.

## Industrial Automation Systems

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

Die englischsprachige Vorlesung Industrial Automation Systems ist Bestandteil des IAS-Lehrangebots für Studierende im Master-of-Science-Studiengang INFOTECH. Die Vorlesung vermittelt grundlegende Kenntnisse über Funktionalität, Struktur und besondere Eigenschaften rechnerbasierter Automatisierungssysteme. Dazu gehören grundlegende Begriffe der Prozessautomatisierung, entsprechende Bestandteile und Ebenen eines Automatisierungssystems, das Problem der Echtzeit, der Einsatz von Echtzeit-Betriebssystemen und geeignete Programmiersprachen für die Prozessautomatisierung.

## Software Engineering for Real-Time Systems

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Christof Ebert

Ansprechpartner: Philipp Marks, M.Sc.

Die Vorlesung Software Engineering for Real-Time Systems wird von Prof. Dr.-Ing. Christof Ebert (Firma Vector Consulting Services GmbH) im Rahmen des internationalen Studiengangs INFOTECH gehalten und ist mit über 90 abgenommenen Prüfungen im Jahr 2019 deutlich gewachsen. Die Vorlesung behandelt die Methoden und Verfahren der Echtzeit-Softwaretechnik entlang des gesamten V-Modells sowie deren praktische Anwendung. Insbesondere werden unterschiedliche Prozesse und Prozessmodelle sowie verschiedene Software-Entwicklungswerkzeuge vorgestellt. Auch zahlreiche Prozeduren innerhalb der einzelnen Phasen eines Projektes sind Teil der Vorlesung. Die Echtzeit-Software-Entwicklung wird besonders betrachtet und es wird an Beispielen gezeigt, vor welchen Herausforderungen die Softwaretechnik steht. Weiterhin werden die Themen Projektmanagement und Qualitätsmanagement behandelt. Im vergangenen Jahr wurden die Übungen zur Vorlesung vollständig überarbeitet, um mit aktuellen Fallbeispielen den Praxisbezug zu zeigen. Die Vorlesung wurde um aktuelle Trends wie agile Softwareentwicklung ergänzt.

# RINGVORLESUNGEN

## Ringvorlesung Forum Software und Automatisierung

Veranstalter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich, Prof. Dr.-Ing. Christof Ebert

Ansprechpartner: Tobias Jung, M.Sc.

Die Ringvorlesung wird jeweils im Wintersemester angeboten. Im Gegensatz zu regulären Vorlesungen kommen hier verschiedene Dozenten aus der Industrie zu Wort, die aktuelle Themen der Automatisierungs- und Softwaretechnik aus ihrer Sicht beleuchten. Dieses zusätzliche Vorlesungsangebot soll vor allem den Bezug der Theorie zur Praxis stärken und Studierenden die Möglichkeit geben, einerseits aktuelle Herausforderungen aus der Praxis kennenzulernen und andererseits Kontakte in die Industrie zu knüpfen. Aus diesem Grund richtet sich das Angebot zwar hauptsächlich an Studierende verschiedener Fachbereiche, allerdings werden auch berufstätige Ingenieurinnen und Ingenieure, die sich einen Überblick über aktuelle Themen der Automatisierungs- und Softwaretechnik verschaffen möchten, gerne willkommen geheißen.

- Production Systems Engineering am Beispiel der Automobilproduktion, Dr. Wolfgang Schlögl, Siemens AG, 24.10.2019
- Wohlriechende Software entwickeln, Dr. Michael Wedel, mk-messtechnik GmbH, 31.10.2019
- Autonomie-Stufen in der Industrie - Eine Industriesicht auf Autonomie, Dr. Thomas Gamer, ABB AG, 07.11.2019
- Richtig sicher! Ganzheitliche Entwicklung von Kryptogeräten, Dr. Marcel Dischinger, Rohde & Schwarz SIT GmbH, 14.11.2019
- Innovatives Kamerasystem zur Überwachung von Gefahrenbereichen, Dr. Sören Hader, Pilz GmbH & Co. KG, 21.11.2019
- Analytics an der Basis, Dr. Lukas Altenkamp, GEMMACON GmbH, 28.11.2019
- Mixed Reality für Industriesensoren, Herbert Köbel, Leuze electronic, 05.12.2019
- Automatisierung in der Prozessindustrie verwenden, Stefan Marco Schneider, BASF SE, 12.12.2019
- Modellbasiertes, disziplinübergreifendes Engineering im Sondermaschinenbau, Dr. Michael Rauscher, Harro Höfliger Verpackungsmaschinen GmbH, 09.01.2019
- IT-Recht: Urheberrechte, Vertragsrecht, Datenschutz, Dr. Carsten Ulbricht, Menold Bezler Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, 16.01.2020
- AutomationML als Grundlage für den Digitalen Zwilling, Markus Rentschler, Balluff GmbH, 23.01.2020
- Autonome Systeme: Absicherung, Test, Safety/Security und Freigabe, Prof. Dr. Christof Ebert, Vector Consulting Services GmbH, 30.01.2020
- Digitalisierung und KI - Next Level der Automation, Dr. Eckhard Roos, Festo AG & Co. KG, 06.02.2020

## Ringvorlesung Aspekte Autonomer Systeme

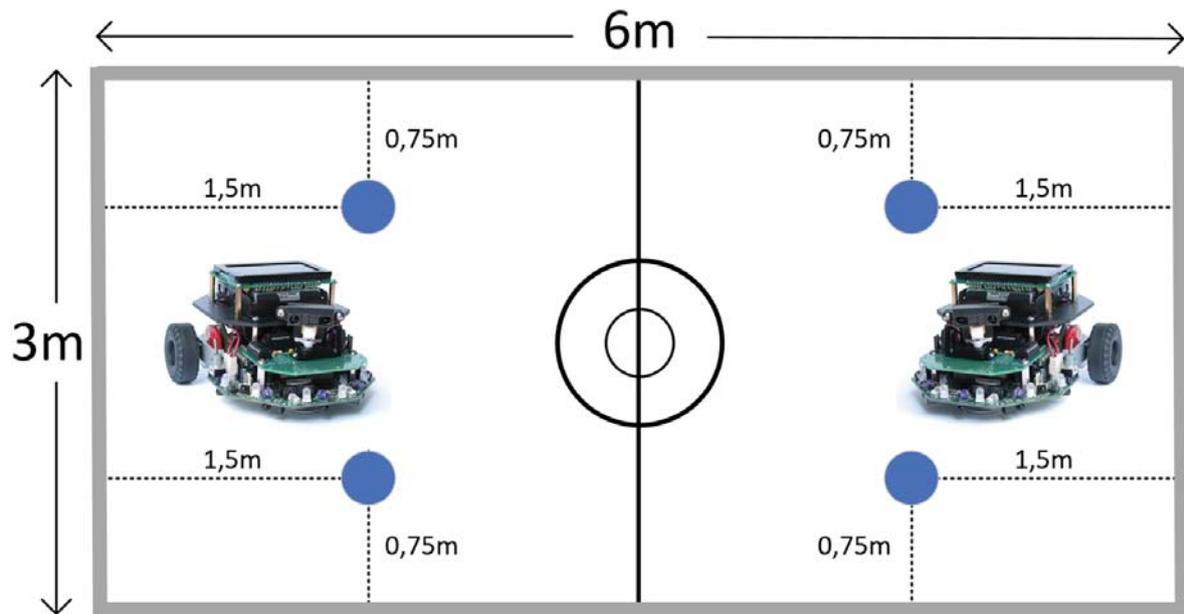
Dozent: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Ansprechpartner: Hannes Vietz, M.Sc.

Die Ringvorlesung Aspekte Autonomer Systeme, die im Wintersemester 2019/20 erstmalig stattfindet, ist als einzige Vorlesung unabhängig von der Wahl des Profils verpflichtend zu belegen und gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zum Thema Autonome Systeme. Es werden die Methoden autonomer Systeme beleuchtet und hinsichtlich der Aspekte der Verteiltheit, der Sicherheit, der Systemtheorie sowie der Lernfähigkeit vertieft. Darüber hinaus werden die potentiellen Anwendungsbereiche Autonomer Systeme, namentlich die Produktion und Robotik, die Luft- und Raumfahrt, das autonome Fahren, vernetzte Energiesysteme sowie Smart Cities beleuchtet. Fachvorträge aus dem Forum für Software und Automatisierung ergänzen das Programm.

- Autonome Systeme - Übersicht zu Methoden und Verfahren 1 + 2, Prof. Weyrich, 22.10.2019 + 29.10.2019
- Verteilte autonome Systeme 1 + 2, Prof. Rothermel, IPVS, 24.10.2019 + 31.10.2019
- Security, Privacy, and Cryptography 1 + 2, Prof. Küsters, SEC, 05.11.2019 + 12.11.2019
- Autonomie-Stufen in der Industrie - Eine Industriesicht auf Autonomie, Dr. Thomas Gamer, ABB AG, 07.11.2019
- Richtig sicher! Ganzheitliche Entwicklung von Kryptogeräten, Dr. Marcel Dischinger, Rohde & Schwarz SIT GmbH, 14.11.2019
- Kybernetische Methoden für autonome Systeme 1 + 2, Prof. Allgöwer, IST, 19.11.2019 + 21.11.2019
- AI & Machine Learning 1 + 2, Prof. Toussaint, IPVS, 26.11.2019 + 03.12.2019
- Analytics an der Basis, Dr. Lukas Altenkamp, GEMMACON GmbH, 28.11.2019
- Perzeption in Automotivanwendungen, Prof. Yang, ISS, 05.12.2019
- Signalverarbeitung und maschinelles Lernen, Prof. Yang, ISS, 10.12.2019
- Kognitive Produktionssysteme, Prof. Huber, IFF, 12.12.2019
- Kognitive Robotik, Prof. Huber, IFF, 17.12.2019
- Autonome Systeme in der Luftfahrt 1, Prof. Fichter, IFR, 19.12.2019
- Autonome Systeme in der Luftfahrt 2, Prof. Annighöfer, ILS, 07.01.2020
- Autonome Systeme in Fahrzeugen 1 + 2, Dr. Keilhoff, FKFS, 09.01.2020 + 14.01.2020
- Autonome Systeme in Energienetzen 1 + 2, Prof. Rudion, IEH, 16.01.2020 + 21.01.2020
- Vernetzte Energiesysteme 1 + 2, Prof. Lens, IFK, 23.01.2020, 28.01.2020
- Autonome Systeme: Absicherung, Test, Safety/Security und Freigabe, Prof. Dr. Christof Ebert, Vector Consulting Services GmbH, 30.01.2020
- Smart Cities: Technologies and Architectures, Prof. Aiello, IAAS, 04.02.2020
- Digitalisierung und KI - Next Level der Automation, Dr. Eckhard Roos, Festo AG & Co. KG, 06.02.2020

# PRAKTIKA



Spielefeld des Wettkampfes - die blauen Punkte kennzeichnen die Kameras

# PRAKTIKA

## Grundlagenpraktikum

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

Ansprechpartner: Timo Müller, M.Sc.

Das Grundlagenpraktikum ist ein institutsübergreifendes Praktikum im Bachelorstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“. Dort werden praktische Grundlagen zum Lehrstoff der grundlegenden Vorlesungen vermittelt. Für das zweite Semester wird ein Versuch zur Einführung in die „Grundlagen einfacher digitaler Schaltungen“ angeboten. Im Versuch wird den Studierenden die Funktionsweise einfacher digitaler Grundschaltungen vermittelt. Das vermittelte Wissen können die Studierenden dann direkt an einem Beispiel - einem „Elektronischen Würfel“ - in die Praxis umsetzen. Neben Grundlagen der Digitaltechnik werden auch handwerkliche Inhalte vermittelt, indem die Studierenden eine vorgefertigte Platine selbst bestücken und verlöten. Anhand eines kleinen Spiels mit dem Würfel können die Studierenden so selbst überprüfen, ob ihre Überlegungen zur digitalen Verschaltung richtig waren.

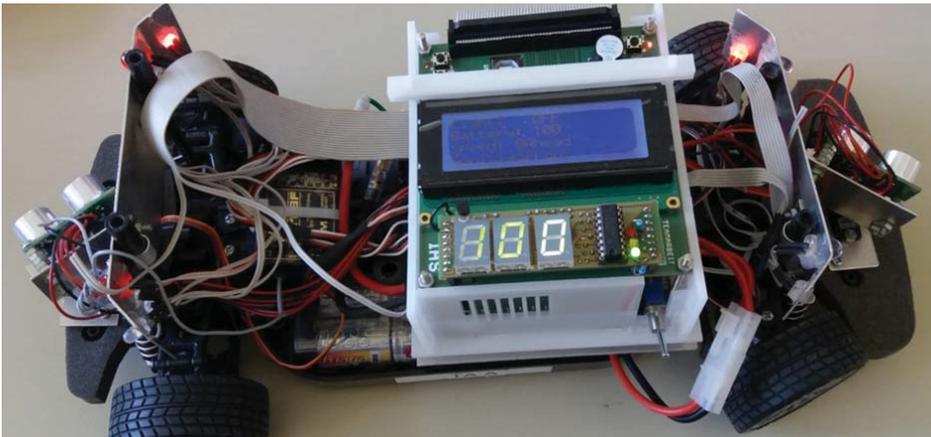
## Fachpraktikum - Softwaretechnik

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

Ansprechpartner: Dustin White, M. Sc.

Das Fachpraktikum Softwaretechnik entwickelte sich aufgrund einer Studiengangsreform weiter und gibt jetzt 1/3 mehr Leistungspunkte als zuvor. Das Praktikum wird weiterhin in Teamarbeit als ein Projekt, in dem ein Softwaresystem zur Steuerung von Fahrrobotern entwickelt werden muss, durchgeführt. Neben methodischer Softwareentwicklung stehen in dem Fachpraktikum die Lernaspekte Teamarbeit, Projektmanagement und Qualitätssicherung im Vordergrund. Die Aufgabe der Software ist es, den Fahrroboter durch einen Hindernisparcours in einen Zielbereich zu steuern. Am Ende des Praktikums findet ein Roboterwettbewerb statt. Sieger ist das Team, dessen Roboter als erster ins Ziel findet. Da die verwendeten Nibo2 Roboter keine Hochpräzisionsroboter sind und es dadurch bisher zu Ungenauigkeiten bei der Positionsberechnung der kleinen Roboter gab, konnte das Ziel in der Vergangenheit nicht immer gefunden werden. Seit dem letzten Durchgang wird daher mittels eines Kamerasystems ein Korrektiv eingesetzt, welches immer wieder die aktuelle Position der Roboter erkennt. Durch diese Weiterentwicklung verlaufen die Rennen nun wesentlich reibungsfreier und die Qualität der Steuerungsalgorithmen der Studierenden kommt deutlicher zum Vorschein.

# PRAKTIKA



Verwendetes Modellfahrzeug

## IAS-Fachpraktikum Einführung in die Microcontroller-Programmierung

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

Ansprechpartner: Manuel Müller, M.Sc.

Einführung in die Mikrocontroller-Programmierung ist ein Praktikum im Rahmen des vierten Semesters des Bachelor-Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik sowie des Master-Studiengangs Medizintechnik. Dabei ist die globale Zielstellung eine konkrete Aufgabenstellung, welche in einem Lastenheft definiert ist, gemeinsam im Team zu bearbeiten. Neben der Vermittlung fachlicher Fertigkeiten erwerben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auch Softskills wie Teamfähigkeit und selbstständiges Arbeiten.

In diesem Fachpraktikum erhalten die Studierenden Einblicke in die Hardware- und Softwareentwicklung eingebetteter Systeme. Gegenstand des Versuchs ist ein ferngesteuertes Modellfahrzeug, das um verschiedene Sensoren, Aktoren und ein Mikrocontroller-Board ergänzt wurde. Aufgabe ist die gemeinsame Entwicklung einer Hardware-Software-Lösung zur Steuerung des Modellfahrzeugs. Dazu wird unter anderem mithilfe der Sensoren und Aktoren eine automatisierte Vollbremsung bei Hinderniserkennung realisiert. Dabei werden Platinen gelayoutet, bestückt und Microcontroller mit geeigneter Steuerungssoftware programmiert.

## Fachpraktikum (Master) Automatisierungstechnik

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

Ansprechpartner: Benjamin Maschler, M.Sc.

Das Fachpraktikum (Master) Automatisierungstechnik bringt jährlich bis zu 64 Masterstudierenden aus dem In- und Ausland verschiedene Technologien und Konzepte der Automatisierungstechnik in der praktischen Anwendung nahe. Dazu zählen beispielsweise die Konzipierung und Realisierung von Bussystemen, die Entwicklung von Echtzeitautomatisierungssystemen und Rapid-Prototyping-Entwicklungsprozessen sowie die Testautomatisierung, wobei jeweils auf den Umgang mit aktuellen, industrietypischen Entwicklungswerkzeugen Wert gelegt wird.

Das Fachpraktikum (Master) Automatisierungstechnik besteht aus sechs unabhängigen Präsenzversuchen, welche an sechs Nachmittagen durchgeführt und durch Tutoren begleitet werden und zwei Versuchen, die eigenständig von den Studierenden bearbeitet werden.

## DISSERTATIONEN - BACHELORARBEITEN - MASTERARBEITEN - FORSCHUNGSARBEITEN - STUDIENARBEITEN

### 2 Dissertationen



Das IAS gratuliert Frau Dr.-Ing. Theresa Beyer herzlich zur ihrer am 10.07.2019 bestandenen Doktorprüfung und wünscht ihr für ihren weiteren Lebensweg alles Gute. Theresa Beyer hat sich in ihrer Dissertation mit dem Thema „Agentenbasiertes Engineering und Reengineering von automatisierten Systemen“ beschäftigt.

Dr.-Ing. Theresa Beyer



Das IAS gratuliert Herrn Dr.-Ing. Andreas Zeller herzlich zur seiner am 09.10.2019 mit Auszeichnung bestandenen Doktorprüfung und wünscht ihm für seinen weiteren Lebensweg alles Gute.

Andreas Zeller hat sich in seiner Dissertation mit dem Thema „Absicherung von verteilten Automatisierungssystemen nach Änderung der Steuerungssoftware - Modellkomposition zur Nutzung der funktionalen Verifikation“ beschäftigt.

Dr.-Ing. Andreas Zeller

### 16 Bachelorarbeiten

- Fatih Yildirim  
Untersuchung und prototypische Umsetzung einer Co-Simulation im Internet der Dinge mit FMI
- Emre Tozan  
Realisierung eines webbasierten Tools zur Bewertung der Industrie-4.0-Bestrebungen in einem Unternehmen

## ABGESCHLOSSENE ARBEITEN 2019

- Lukas Fakner  
Realisierung eines Bearbeitungssystems für ein verhandlungsbasiertes Produktionssystem
- Tobias Lessig  
Realisierung einer Webapplikation zur Absicherung vernetzter Automatisierungssysteme
- Robin Fackler  
Konzeption und Implementierung einer Co-Simulationsvisualisierung einer dynamischen IoT-Simulation
- Christian Skupien  
Reinforcement Learning Steuerung eines Fahrzeugmodells mit optimaler Batterieauslegung
- Maria Schander  
Erweiterung eines Scheduling-Tools in Java
- Besrat Tedla  
Modellbasiertes Systems Engineering: Ein Vergleich der Vorgehensmodelle
- Valentin Stadtlander  
Konzipierung und Entwicklung eines intelligenten Health-Assistenzsystems am Beispiel des e-Rollators
- Tobias Festerling  
Neuentwicklungen zur Erweiterung des Demonstrators „Automatisierter Arzneischränk“
- Malte Pettrich  
Aufnahme von Anforderungen durch eine Mensch-Maschine-Kommunikation
- Pau Dietz Romero  
Realisierung einer Web-App zur Konfiguration von Produkten
- Pascal Schlachter  
Visualisierung der Fähigkeiten von Continual-Learning-Algorithmen auf Basis einfacher Computerspiele
- Rafael Blickle  
Modellbasiertes Systems Engineering eines Lampentestaufbaus
- Yahya Hajar  
Entwicklung eines Programms zur Detektion von Alltagsaktivitäten in Inertialsensoriksignalen
- Lars Schweinbenz  
Aufbau eines Systems zur konversationsgestützten Entwicklung von Softwarekomponenten

## 25 Masterarbeiten

- Carla Sailer  
Erweiterung der Benutzungsschnittstelle eines Tablettendispensers mit Sprachsteuerung: Konzeption und prototypische Implementierung
- Markus Reinert  
Modellierung Cyber-Physischer Systeme und agentenbasierte Generierung von Konfigurationsalternativen
- Michael Grösch  
Simulationsbasierte Optimierung alternativer Konfigurationen eines modularen Cyber-Physischen Produktionssystems
- Simon Kamm  
Untersuchung und prototypische Umsetzung eines Lifelong Deep Neural Network Algorithmus
- Max Beck  
Big-Data-Analyse von Produktionsdaten zur Optimierung einer industriellen Qualitätsregelung basierend auf Neuronalen Netzen
- Oliver Geiger  
Konzipierung der Einsatzmöglichkeiten intelligenter automatisierter Systeme in der Domäne Automotive
- Daniel Förster  
Realisierung eines OPC-UA-Steuerungsnetzwerks für ein modulares Produktionssystem
- Michael Dierberger  
Entwicklung einer Handy-Applikation zur Verwaltung und Überwachung von Medikationseinnahmen
- Sebastian Czech  
Konzeption und Implementierung einer direkten, prozessorientierten Interaktionssimulation in IoT-Systemen
- Barbara Peterson  
Konzeption und Implementierung eines modularen Steuerungsprogramms für einen stationären Tablettendispenser
- Kai Minkwitz  
Untersuchung und Bewertung intelligenter Testmethoden in der Automatisierungstechnik
- Dominik Braun  
Entwicklung eines intelligenten Lagers zur Evaluierung der Ankerpunktmethode in einem flexiblen Produktionssystem
- Stephan Mögerle  
Prototypische Implementierung eines Anfragedienstes für OPC-UA mit SPARQL

## ABGESCHLOSSENE ARBEITEN 2019

- Philipp Schoder  
Entwicklung einer adaptiven LSTM Autoencoder Netzstruktur zur Analyse hochdimensionaler, industrieller Prozessdaten
- Julian Bauknecht  
Realisierung einer Web-Oberfläche zur Überwachung und Steuerung einer Industrie 4.0-konformen Produktionsmaschine
- Hannes Vietz  
Entwicklung und Implementierung eines Deep-Learning-basierten Verschleiß-Vorhersage-Algorithmus
- Dennis Engelbert  
Hardware- und Softwareentwicklung eines mobilen Tablettendispensers
- Abhishek Ashok Nilugal  
Demonstrator Automotive Test
- Sindhu Subramanya Prasad  
Conception and Implementation of a Simulation of the Communication in a dynamic IoT-Simulation
- Elena López de Dicastillo  
Anomaly Detection in Command Execution in z/OS Systems
- Severin Davis  
Conception and Implementation of a Long-Term Experiment for Data Collection
- Chuhao Zhao  
Implementation of a Continual Learning Algorithm based on Generative Replay
- Guangping Yuan  
Implementation of a Continual Learning Algorithm based on Progressive Neural Networks
- Debasish Mukherjee  
Investigation and prototypical Implementation of an IoT Application to support Medical Adherence using Middleware
- Michael Fouad  
Demonstrator Automotive Simulation

## 18 Forschungsarbeiten

- Theo Hamedi  
Erweiterung einer dynamischen Co-Simulation um ein Simulationstool zur Komponentensimulation
- Mehrdad Akhavan Tabbakh  
Agentenbasierte Softwareentwicklung zur Automatisierung von Klimatests
- Tobias Brüggemann  
Entwurf eines rechnergesteuerten Funktionstestarbeitsplatzes für Relaisgruppen der Stellwerkstechnik
- Kebron Welday  
Entwurf eines dezentralen Testsystems für Aufzugsanlagen
- Tobias Restle  
Entwurf einer Platine und Implementierung eines automatisierten Öffnungsmechanismus für einen stationären Tablettendispenser
- Victor Mosmann  
Konzeption eines modularen, rekonfigurierbaren Produktionssystems
- Curt Seeling  
Skalierung einer Anlagensimulation zur Veranschaulichung von Modernisierungsmaßnahmen
- Robin Weber  
Umsetzung einer dynamischen Co-Simulation eines heterogenen Internet der Dinge-Systems
- Heiko Schmideder  
Konzeption und Implementierung einer Kommunikationssimulation in einer dynamischen IoT-Simulation
- Peter Jaworski  
Anbindung einer HiL-Schnittstelle an eine agentenbasierte, dynamische Co-Simulation eines IoT-Systems
- Nico Klar  
Untersuchung der eBike Fahrdynamik
- Michael Grösch  
Analyse von Methoden und Anwendungsfällen für künstliche Intelligenz im industriellen Einsatz
- Thuy Phuong Bui Thi  
Evaluierung verschiedener Maßnahmen zur Leistungsoptimierung des Fuzzing-Tool libFuzzer
- Lisa Weller  
Untersuchung der Mehrwerte maschinellen Lernens zur Erkennung von Gerätezuständen
- Lili Ji  
Weiterentwicklung einer service-orientierten Anlagensteuerung eines modularen Produktionssystems
- Steffen Nöthen  
Weiterentwicklung eines Simulators zur Veranschaulichung von Modernisierungsmaßnahmen

- Patrice Madera  
Entwicklung eines Assistenzsystems im Systems Engineering zur Unterstützung bei dem Übergang von der Analyse zum Entwurf
- Andre Michelberger  
Weiterentwicklung eines Langzeitversuchsaufbaus zur Datenerhebung

### 5 Studienarbeiten

- Miriam Schäfer  
Konzeption einer Methodik zur Erfassung und Vorhersage von Medikationsadhärenz mittels Lernalgorithmen
- Achim Kustermann  
Entwurf eines intelligenten Elektroniksystems für einen automatisierten Tablettendispenser
- Daniel Anheuer  
Realisierung der Systemkommunikation eines vernetzten Tablettendispensers
- Lukas Lang  
Erzeugung eines Verhaltensmodells einer Taschenlampe durch ein Reinforced Learning Modell
- Meike Schwaderer  
Erweiterung eines agentenbasierten Assistenzsystems zur Modernisierungsplanung

## Preisverleihungen

Das IAS zeichnet jedes Jahr Mitarbeiter/innen und Studierende aus, die sich mit ihrer wissenschaftlichen Arbeit und ihrem Fachvortrag in besonderem Maße hervorgetan haben. In diesem Jahr wurden folgende Preise vergeben:

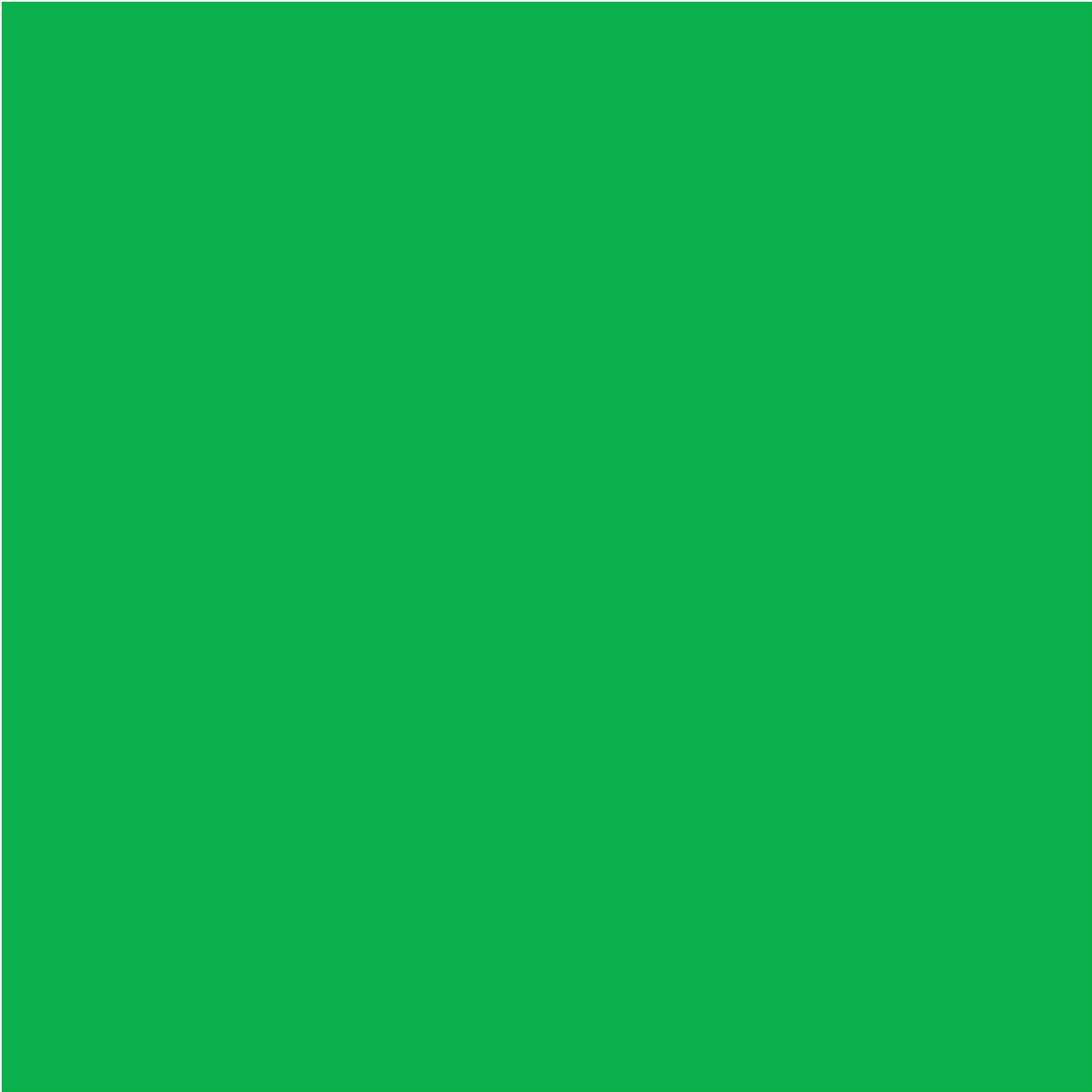
### Exzellente Vorträge im IAS-Doktorandenseminar

- Tobias Jung  
Dynamische Co-Simulation von Automatisierungssystemen im Internet der Dinge
- Benjamin Lindemann  
Datengetriebene Prozessmodellierung zur Qualitätssicherung industrieller Produktionsketten

## PREISE 2019

### Exzellente Vorträge im IAS-Kolloquium

- Christian Renninger  
Kommunikation über eine Blockchain im Umfeld des Internets der Dinge
- Dennis Gabriel  
Entwicklung der OPC-UA-Schnittstelle einer SPS zur Verarbeitung von Maschinen- und Anlagendaten
- Daniel Spies  
Entwicklung eines unüberwachten maschinellen Lernverfahrens zur Erkennung von Anomalien in Prozessdaten
- Sebastian Czech  
Konzeption und Implementierung einer direkten, prozessorientierten Interaktionssimulation in IoT-Systemen
- Dominik Braun  
Entwicklung eines intelligenten Lagers zur Evaluierung der Ankerpunktmethode ein einem flexiblen Produktionssystem
- Hannes Vietz  
Entwicklung und Implementierung eines Deep-Learning-basierten Verschleiß-Vorhersage-Algorithmus
- Simon Kamm  
Untersuchung und prototypische Umsetzung eines Lifelong Deep Neural Network Algorithmus



# IAS-AKTIONEN

Die folgenden Seiten sollen Ihnen einen Überblick über die vielfältigen Ereignisse außerhalb des regulären Institutsalltags geben.

Das IAS nutzte die verschiedenen Möglichkeiten, Kinder und Jugendliche für die Automatisierungstechnik zu begeistern. So präsentierte das IAS seine Demonstratoren am „Tag der Wissenschaft“ und beteiligte sich auch dieses Jahr am bundesweit stattfindenden „Girls' Day“, der „Schüler-Ingenieur-Akademie“ (SIA) und der Veranstaltung „TryScience“.





Verein der Freunde  
und Förderer des IAS



04. April 2019



Mitglieder-  
versammlung



Impressionen der VFIAS-Jahresversammlung 2019

Im Jahr 1994 wurde der Verein der Freunde und Förderer des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (VFIAS) e. V. auf Initiative von Mitarbeiter/innen des IAS gegründet. Der VFIAS fördert die wissenschaftliche Forschung und Arbeit auf den vom IAS vertretenen Forschungsgebieten der Automatisierungstechnik und Softwaresysteme. Ziel des Vereins ist es darüber hinaus, eine Basis für eine engere Bindung zwischen den aktiven Mitarbeiter/innen des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme und den ehemaligen Trägern der Institutsarbeiten zu schaffen.

Damit sind nicht nur ehemalige Mitarbeiter/innen oder Studierende am IAS angesprochen, sondern insbesondere auch die interessierte Fachöffentlichkeit, die sich den genannten Fragestellungen verbunden fühlt.

Die Jahresveranstaltung 2019 des VFIAS hat am 04.04.2019 stattgefunden. Herr Dr. Thomas Gamer (ABB AG) berichtete über „Stufen der Autonomie in der Automatisierungstechnik“. Dabei diskutierte er den aktuellen Stand von autonomen Systemen in der Industrie und ab wann man überhaupt von Autonomie sprechen kann. Anschließend fand erstmalig eine Podiumsdiskussion zum Thema „Das Arbeitsleben - und wie man es findet“ statt. Hierbei kamen sowohl erfahrene Ehemalige, die schon einige Jahre in der Industrie tätig sind, junge Kolleg/innen, die momentan den Übergang von Universität zu Industrie vollziehen sowie Firmengründer zu Wort und berichteten über ihre Erfahrungen beim Berufseinstieg und gaben wertvolle Tipps für diesen Schritt.

Drei Studierende erhielten den VFIAS-Preis für hervorragende Bachelor-Arbeiten am IAS. Die Preise sind mit je 300 € dotiert und gingen an Frau Sarah Graf für ihre Arbeit zum Thema „Realisierung einer IoT-Wetterstation mit AndroidThings“, Herrn Maximilian Bader für die Arbeit zum Thema „Erweiterung einer Steuerung für einen Industrieroboter mithilfe eines Playback-Verfahrens“ sowie Herrn Matthias Weiß für seine Arbeit zum Thema „Aufbau eines Kamerapositionssystems zur Absolutpositionsbestimmung“. Herzlichen Glückwunsch an die Preisträger/in, die eine glatte Eins für Ihre Arbeiten erhalten haben.

Der VFIAS unterstützte auch in 2019 die Forschung und Lehre am IAS. Fokus war die engere Verzahnung mit den Ehemaligen im VFIAS. Die gemeinsame Jahresabschlussfeier, Strategie-Workshops, aber auch eine dedizierte Förderung des Marketings durch den VFIAS verbessern diese Verzahnung. Die Ringvorlesung mit Experten aus der Industrie zur Automatisierungstechnik und zu Softwaresystemen war mit 40 Teilnehmenden sehr gut besucht und findet auch in diesem Wintersemester wieder statt (seit Oktober 2019).

Weitere Informationen zum Verein erhalten Sie unter: [www.ias.uni-stuttgart.de/institut/vfias/](http://www.ias.uni-stuttgart.de/institut/vfias/)

## TRYSOURCE 07.03.2019

Die Universität Stuttgart bietet mit TryScience Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, sich über MINT-Studiengänge zu informieren. Auch das IAS hat sich an dieser Veranstaltung am 07.03.2019 mit einem Workshop beteiligt.

Hierbei wurde der Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorgestellt und es wurden Fragen zum Studium an der Universität Stuttgart beantwortet. Es folgte ein Institutsrundgang mit Vorführung einiger Demonstratoren und der Möglichkeit, diese selbst auszuprobieren.

An einem praktischen Beispiel gab es anschließend eine Einführung in die Themen Elektronik und Programmierung. Dieses Wissen wurde für die Realisierung eines mikrocontrollergesteuerten Lauflichts eingesetzt, welches die Schülerinnen und Schüler am Ende mit nach Hause nehmen durften.



## GIRLS´ DAY 28.03.2019

Am 28.03.2019 hat die Universität Stuttgart wieder ihren Girls´ Day organisiert. Auch dieses Jahr hat sich das IAS mit einem Workshop für Schülerinnen daran beteiligt.

Nach der Vorstellung des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik und einer Präsentation des Berufs Ingenieurin gab es einen Institutsrundgang. Dieser führte die jungen Besucherinnen zu verschiedenen Demonstratoren, die den Weg einer Ingenieurin von einer gestellten Aufgabe bis zur fertigen Lösung veranschaulichen. Hier gab es auch reichlich Gelegenheit, die Demonstratoren auszuprobieren.

Nach einer Einführung in Schaltungsentwicklung und Mikrocontrollerprogrammierung konnten die Schülerinnen ihre gerade erworbenen theoretischen Kenntnisse bereits an einem praktischen Beispiel anwenden. Gemeinsam entwarfen sie eine Mikrocontrollerschaltung, bauten diese anschließend auf und programmierten sie schließlich. Alle waren mit großer Begeisterung dabei haben sich gefreut sich, dass sie ihre Schaltung am Schluss mitnehmen durften.



# SCHÜLER-INGENIEUR-AKADEMIE

Mit dem Projekt „Schüler-Ingenieur-Akademie“ (SIA) will der Arbeitgeberverband SÜDWESTMETALL interessierte und talentierte Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe an das Berufsfeld des Ingenieurs heranführen. In Kooperation mit Hochschulen und Industriebetrieben werden folgende Ziele angestrebt:

- Förderung naturwissenschaftlich begabter Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe
- Information über Ausbildung und Berufsalltag von Naturwissenschaftler/innen und Ingenieur/innen
- Einblick in Studium und wissenschaftliches Arbeiten an Hochschulen
- Vernetzung von Gymnasium, Hochschule und Unternehmen
- Erhöhung des Frauenanteils in den ingenieurwissenschaftlichen Studienfächern.

Am IAS wird unter Leitung von Dr. Jazdi das SIA-Programm seit 2004 durch die Kooperation mit dem Stiftsgymnasium Sindelfingen unterstützt. Auch im Jahr 2019 waren zwischen April und Juni 16 Schülerinnen und Schüler des Stiftsgymnasiums und des Goldberggymnasiums an acht Nachmittagen am IAS. Es wurden wieder Versuche zu unterschiedlichen Themen aus der Elektrotechnik und der Informationstechnik durchgeführt. Die Versuche gliedern sich in einen Theorie- und einen Praxisteil. Dabei werden den Schülerinnen und Schülern zunächst die Grundlagen anschaulich vermittelt. Anschließend können die erworbenen Kenntnisse an konkreten Beispielen angewandt werden.



## TAG DER WISSENSCHAFT 29.06.2019

Der Tag der Wissenschaft am 29.06.2019 hat wieder tausende Neugierige aller Altersgruppen angelockt. Dabei haben viele Institute aus dem Fachbereich spannende Exponate und faszinierende Experimente präsentiert.

Das IAS war mit vier Demonstratoren vertreten, um vor allem Kinder und Jugendliche für Technik zu begeistern. Aber auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler waren an den am IAS entwickelten Konzepten interessiert.

Erstmals wurde das Thema Digitaler Zwilling durch den am IAS entwickelten intelligenten LKW dargestellt. Dieser konnte die grundlegende Idee eines Digitalen Zwillings vermitteln sowie die Automatisierungstechnik für Jung und Alt anschaulich machen. Mithilfe einer Virtual-Reality-Brille konnte man eine virtuelle Fabrik erkunden und mit einem Gamepad per Roboterarm nach Schokolade angeln. Ein Rennsimulator vermittelte mit viel Spaß die Grundzüge der telemetrischen Sensor-Aktor-Kommunikation. Hier konnten sich Kinder und Jugendliche mit verschiedenen Aspekten der Automatisierungstechnik vertraut machen.

Auch die automatisierte Pyroshow, die eine einheitliche Schnittstelle für verschiedene Steuergeräte und Bus-Protokolle bietet, war wieder mit dabei. Damit konnten verschiedene, von Studierenden entwickelte Shows gezeigt werden.



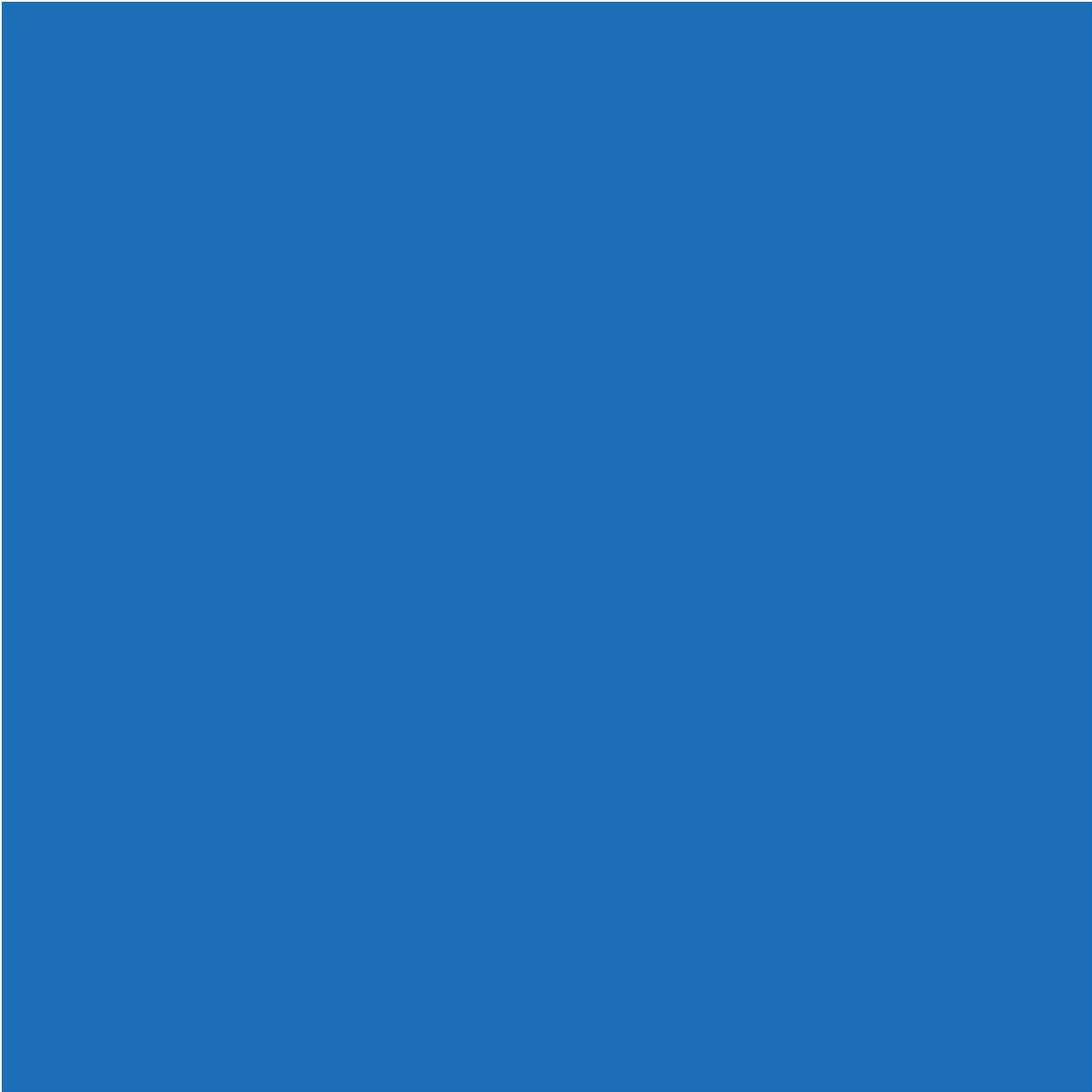


## IAS-INSTITUTSAUSFLUG 02.07.2019

Der IAS-Institutsausflug führte die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IAS dieses Jahr Anfang Juli nach Göppingen, wo zunächst im Rahmen einer Exkursion die Produktion der Firma Märklin besichtigt wurde. Wirklich beeindruckend, was hinter der Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Montage einer Modelleisenbahn steckt und wie das Unternehmen die Produktionsverfahren laufend optimiert!

Nach einer anschließenden Stärkung folgte die Wanderung auf einen der Drei Kaiserberge, den Hohenstaufen, wo uns ein wunderbarer Ausblick auf die Schwäbische Alb und die Reste der Burgruine erwartete. Das Teambuilding auf dem Hohenstaufen bei 35 °C hat das IAS-Team im wahrsten Sinne des Wortes „zusammengeschweisst“.

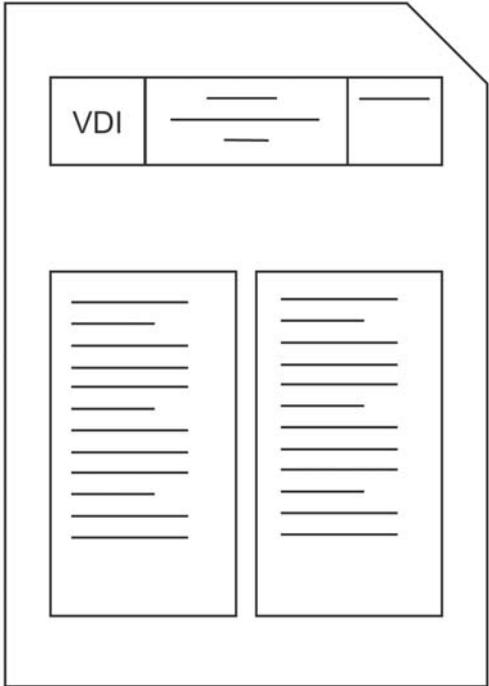
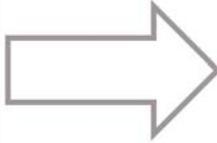
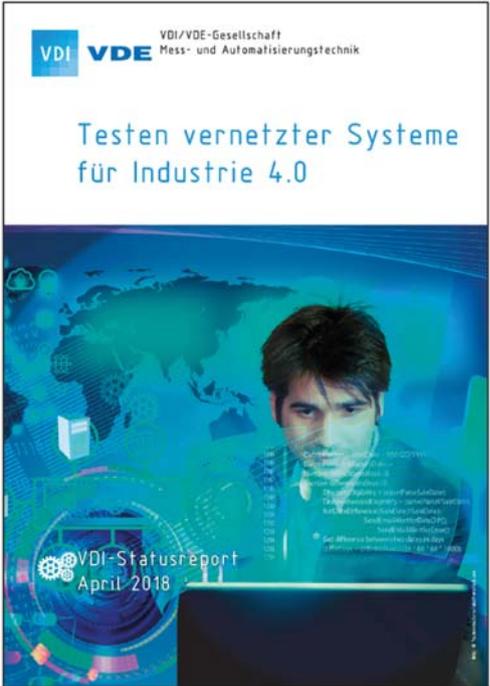




# IAS-INFOS

## ALLGEMEINE INFORMATIONEN RUND UM DAS IAS

- GREMIEN
- MITARBEITER/INNEN
- ANFAHRT / KONTAKT / QR-CODE



Erarbeitung von Blatt 1 der Richtlinie durch den Fachausschuss 7.25

## PROF. WEYRICH LEITET VDI/VDE GMA-FACHAUSSCHUSS

### VDI/VDE GMA-Fachausschuss 7.25 - Testen in vernetzten Systemen für Industrie 4.0

#### Herausforderungen

Produktionsanlagen der Zukunft sind vernetzt und flexibel. Zur Umsetzung dieser Vision sind folgende Fähigkeiten essentiell:

- Rekonfiguration
- Self-X
- Ad-Hoc-Vernetzung

Dies führt dazu, dass Produktionsumgebungen, die bis dato als statisch angenommen werden konnten, zunehmend dynamisch werden. Um diese Dynamik abzusichern, werden künftig Inbetriebnahmetests nicht mehr ausreichen und durch Tests während der Betriebsphase der Produktionsanlage ergänzt werden müssen. Dies erhöht den Stellenwert des Testens und erfordert neue Testmethodiken, um der zunehmenden Komplexität der Produktion gerecht zu werden.

#### Aktueller Stand

Nach der Veröffentlichung des ersten Statusreports auf der Hannover Messe 2018 haben sich die Fachausschussmitglieder mit der Ausarbeitung eines Richtlinien textes beschäftigt. Unter Leitung des Fachausschussvorsitzenden Prof. Weyrich konnte mit großem Engagement der Mitglieder Blatt 1 der Richtlinie umgesetzt werden. Als Ausgangspunkt einer Richtlinienreihe bezüglich des Testens vernetzter Systeme für Industrie 4.0 beleuchtet Blatt 1 insbesondere die hierbei auftretenden Herausforderungen für das Testen und bietet methodische Unterstützung für die Grobplanung von Testprozessen. Da bei verteilten Systemen Testaufgaben von unterschiedlichen Personen, Abteilungen und Unternehmen durchgeführt werden müssen, erleichtert die in Blatt 1 vorgestellte Methodik die Zusammenarbeit bei verteilten Testprozessen durch eine strukturierte Vorgehensweise bei der Planung von Testprozessen.

## DAS IAS IST IN MEHREREN GREMIEN VERTRETEN

### VDI/VDE-GMA-Fachausschuss 5.15 - Agentensysteme

Der Fachausschuss 5.15 - Agentensysteme ist ein Forum für neue methodische Ansätze und Anwendungen von Agentensystemen in der industriellen Automatisierungstechnik. Der Ausschuss erarbeitet, ausgehend von Anforderungen der Anwender, Grundlagen, Methoden, Werkzeuge und Realisierungen von Agentensystemen in der industriellen Automatisierung. Ein wichtiges Ereignis in 2019 war die Veröffentlichung des neuen Statusreports Agenten zur Realisierung von Industrie 4.0.

Das IAS wird in diesem Arbeitskreis durch Herrn Benjamin Maschler, M. Sc. vertreten.

### VDI-GPP-Fachausschuss 5.10 - Softwarezuverlässigkeit

Der Fachausschuss 5.10 Softwarezuverlässigkeit wurde 2011 auf Anregung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Bernd Bertsche (Universität Stuttgart) gegründet. Das Ziel der Arbeitsgruppe ist die Erstellung der Richtlinie VDI 4011 - Softwarezuverlässigkeit. Dabei geht es um die Beschreibung von Methoden und Kriterien zur Beurteilung und zum Nachweis von Softwarezuverlässigkeit. Die aktuelle Richtlinie wurde als grüner Ausdruck verteilt und die Rückmeldungen werden kurzfristig eingearbeitet.

Das IAS wird in diesem Arbeitskreis durch Herrn Dr.-Ing. Nasser Jazdi vertreten.

### VDI/VDE-GMA-Fachausschuss 6.12 - Durchgängiges Engineering von Leitsystemen

Der Fachausschuss 6.12 - Durchgängiges Engineering von Leitsystemen wurde 2001 unter Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay (Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg) gegründet. Die Arbeit des Ausschusses ist fokussiert auf Untersuchungen neuer Engineering-Methoden, -Abläufe und -Werkzeuge, welche einen Einfluss auf die Durchgängigkeit und die Effizienz des Engineerings haben. Zur Zeit werden im Rahmen des Fachausschusses u. a. Veränderungen bei der Durchgängigkeit im Engineering von automatisierten Anlagen - neue Anforderungen, neue Lösungselemente im Zusammenhang mit Industrie 4.0 diskutiert.

Das IAS wird in diesem Arbeitskreis durch Herrn Dr.-Ing. Nasser Jazdi vertreten.

### VDI/VDE-GMA-Fachausschuss 7.21 - Industrie 4.0

Der GMA-Fachausschuss 7.21 - Industrie 4.0 befasst sich unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Ulrich Epple (RWTH Aachen) mit Begrifflichkeiten, Terminologiestandards, Handhabung von Ontologien, Referenzmodellen sowie Architekturkonzepten für Industrie 4.0. Die konsensbasierte Regelsetzung steht im Vordergrund. Ziel des Arbeitskreises ist es, Richtlinien zu erarbeiten und diese mit anderen Gremien wie dem GMA-Fachausschuss 7.20 - Cyber Physical Systems oder mit anderen Verbänden abzustimmen.

Das IAS wurde in diesem Arbeitskreis durch Herrn Matthias Klein, M.Sc. vertreten.

### IEEE-IES - Technical Committee on Industrial Agents

Das Technical Committee on Industrial Agents (TCIA) der IEEE Industrial Electronics Society ist ein internationaler Ausschuss mit dem Ziel, Forscher und Anwendungsexperten zum Thema Agenten in der Automatisierungstechnik zusammenzubringen. Die Mitglieder beschäftigen sich mit Agenten in der verteilten Produktion (Zulieferindustrie, Produktionsplanung, Montage- und Fließprozesse), in verteilten Dienstleistungen und Infrastrukturen. Antriebsmotor ist der Einsatz von agentenbasierten Systemen, die Robustheit, Skalierbarkeit, Rekonfigurierbarkeit und Produktivität versprechen.

Das IAS wird durch Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich in diesem Gremium vertreten.

### IEEE-IES - Technical Committee on Factory Automation

Dieses technische Komitee zur Factory Automation (TCFA) verfolgt das Ziel, Synergieeffekte zwischen Experten aus der Industrie und der akademischen Welt zusammenzubringen. Dabei steht die Entwicklung wissenschaftlicher Methoden, Modelle, IT-Werkzeuge für höhere Effizienz in Engineering und Betrieb im Bereich der industriellen Fabrikautomation im Vordergrund. Das Komitee befasst sich mit einer Reihe von Technologien.

Das Ziel des Komitees ist die Verbreitung von neuen Ideen und Konzepten, neuer Technologien und deren praktische Anwendung. Bei den Konferenzen des IEEE-IES (Industrial Electronic Society) wird das IAS durch Prof. Weyrich vertreten.

### IFAC TC 3.3 - Telematics: Control via Communication Networks (on Education)

Dieses technische Komitee befasst sich mit allen Aspekten computergestützter und telekommunikationsbasierter Automatisierungssysteme. Spezifische Anwendungsbereiche sind z. B. Telemedizin, Teleausbildung, Verkehrssteuerung, Roboter für gefährliche Umgebung, ferngesteuerte Industrieautomation, Schiffs- und Luftfahrtssysteme, Fahrzeugsysteme und Smart Homes.

Die IFAC hat Herrn Dr. Jazdi im Oktober zum Vice-Chair of the Technical Committee gewählt.

### IFAC TC 5.2 - Manufact Modelling for Management and Control

Die Aktivitäten dieses technischen Komitees befassen sich mit der Entwicklung von Entscheidungssystemen für digitale, resilente und nachhaltige Fertigungssysteme und Zulieferketten. Es werden Verfahren des Industrial Engineering oder Data Science entwickelt.

Das IAS wird durch Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich in diesem Gremium vertreten.

## Institutsleiter

Prof. Michael Weyrich      Tel.: +49 711 / 685-67300

michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de

## Stellvertretender Institutsleiter

Dr.-Ing. Nasser Jazdi      Tel.: +49 711 / 685-67303

nasser.jazdi@ias.uni-stuttgart.de

## Im Ruhestand/Emeritus

Prof. Peter Göhner      Tel.: +49 711 / 685-67301

peter.goehner@ias.uni-stuttgart.de

## Honorarprofessor

Prof. Christof Ebert

christof.ebert@ias.uni-stuttgart.de

## Gastwissenschaftler

Prof. Vicente Lucena      Tel.: +49 711 / 685-67296

vicente@ufam.edu.br

## Sekretariat

Marion Müller      Tel.: +49 711 / 685-67301

ias@ias.uni-stuttgart.de

## Angestellte

Ulrike Bek      Tel.: +49 711 / 685-67318

ulrike.bek@ias.uni-stuttgart.de

Carmen Hennebach      Tel.: +49 711 / 685-67317

carmen.hennebach@ias.uni-stuttgart.de

Taylan Süngerli      Tel.: +49 711 / 685-67307

taylan.suengerli@ias.uni-stuttgart.de,  
sysad@ias.uni-stuttgart.de

## Promovierende

Behrang Ashtari Talkestani      Tel.: +49 711 / 685-69181

behrang.ashtari@ias.uni-stuttgart.de

Florian Biesinger      Tel.: +49 176 / 30948260

florian.biesinger@ias.uni-stuttgart.de

Dominik Braun      Tel.: +49 711 / 685-67291

dominik.braun@ias.uni-stuttgart.de

Michael Fouad      Tel.: +49 711 / 685-67324

michael.fouad@ias.uni-stuttgart.de

Tobias Jung      Tel.: +49 711 / 685-67292

tobias.jung@ias.uni-stuttgart.de

Benjamin Lindemann      Tel.: +49 711 / 685-67321

benjamin.lindemann@ias.uni-stuttgart.de

Andreas Löcklin      Tel.: +49 711 / 685-67305

andreas.loecklin@ias.uni-stuttgart.de

Philipp Marks      Tel.: +49 711 / 685-67293

philipp.marks@ias.uni-stuttgart.de

Benjamin Maschler      Tel.: +49 711 / 685-67295

benjamin.maschler@ias.uni-stuttgart.de

Manuel Müller      Tel.: +49 711 / 685-67306

manuel.mueller@ias.uni-stuttgart.de

Timo Müller      Tel.: +49 711 / 685-67292

timo.mueller@ias.uni-stuttgart.de

Nada Sahlab      Tel.: +49 711 / 685-67319

nada.sahlab@ias.uni-stuttgart.de

Rainer Schiekofer      Tel.: +49 711 / 685-67301

rainer.schiekofer@siemens.com

Hannes Vietz      Tel.: +49 711 / 685-67294

hannes.vietz@ias.uni-stuttgart.de

Dustin White      Tel.: +49 711 / 685-69181

dustin.white@ias.uni-stuttgart.de

## MITARBEITER/INNEN

### Auszubildende

Andisheh Rafiei  
Stefanie Schilke

Tel.: +49 711 / 685-67319  
Tel.: +49 711 / 685-69186

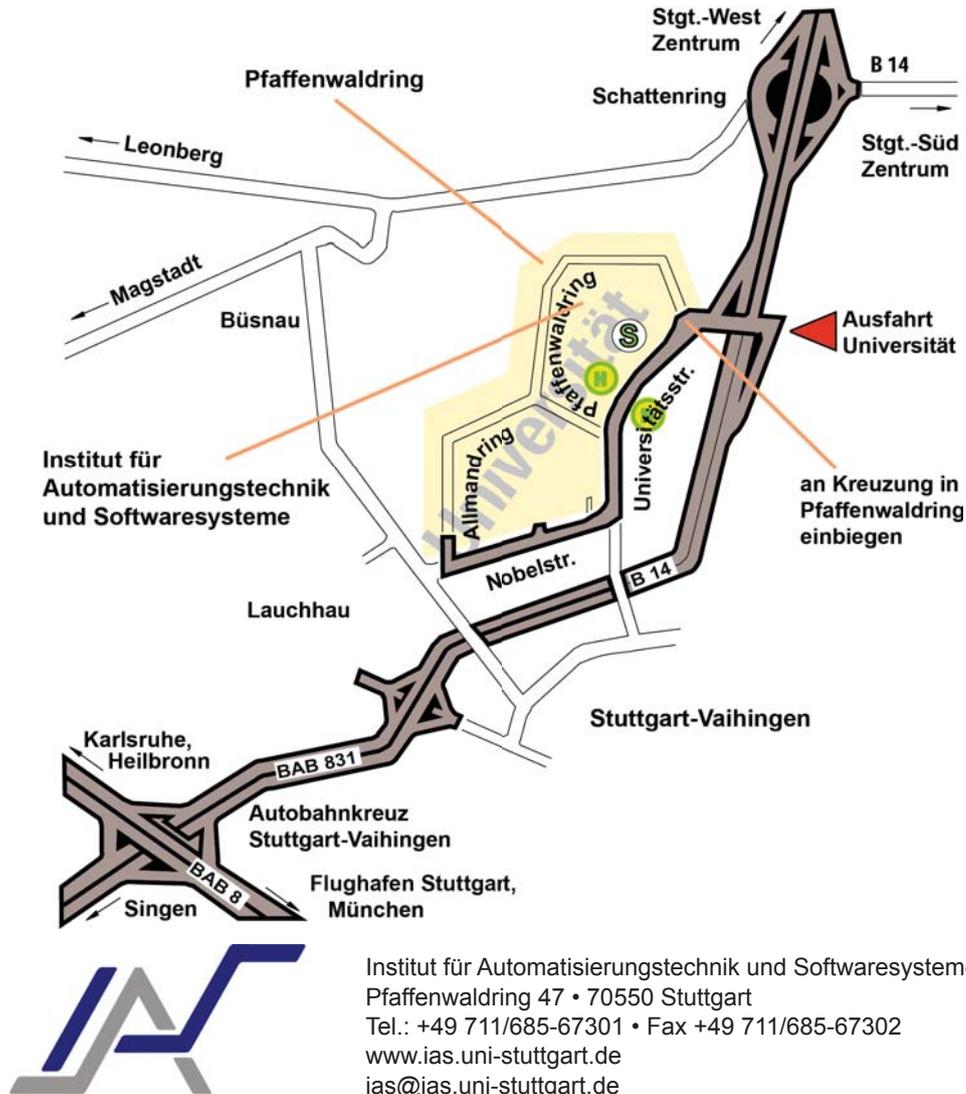
[andisheh.rafiei@ias.uni-stuttgart.de](mailto:andisheh.rafiei@ias.uni-stuttgart.de)  
[stefanie.schilke@ias.uni-stuttgart.de](mailto:stefanie.schilke@ias.uni-stuttgart.de)



Zum Ende des Jahres 2019 sind am IAS 15 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, 2 Doktoranden bei Partnern, 2 Auszubildende sowie 4 technische Angestellte bzw. Verwaltungsangestellte tätig.

# ANFAHRTSPLAN

Detaillierte Anfahrtsbeschreibungen finden Sie unter [www.ias.uni-stuttgart.de](http://www.ias.uni-stuttgart.de) ⇨ Institut ⇨ Kontakt





Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme

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