



FAKULTÄT FÜR  
ELEKTROTECHNIK UND  
INFORMATIONSTECHNIK

# Forschungsbericht 2015

Institut für Automatisierungstechnik

# INSTITUT FÜR AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 0391 67-18589, Fax. 0391 67-11186  
Email: Annett.Bartels@ovgu.de

## 1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich (Geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen  
Prof. Dr.-Ing. Achim Kienle  
Hon. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Jumar  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Palis  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Waldherr

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich  
Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen  
Prof. Dr.-Ing. Achim Kienle  
Hon. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Jumar

## 3. Forschungsprofil

### 1. Professur Automatisierungstechnik/Modellbildung (Prof. Achim Kienle)

Die Forschungsarbeiten der Arbeitsgruppe von Prof. Kienle am Lehrstuhl für Automatisierungstechnik/Modellbildung der Otto-von-Guericke-Universität und dem Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme in Magdeburg beschäftigen sich mit der Analyse, Synthese und Regelung komplexer Systeme. Dazu werden Methoden und Werkzeuge für die rechnergestützte Modellierung und Simulation, die nichtlineare Analyse, die optimale Prozessgestaltung und die Prozessführung entwickelt. Die Hauptanwendungsgebiete betreffen neben chemischen Prozessen in zunehmendem Maße auch Energiesysteme und ausgewählte Fragestellungen aus dem Bereich der Systembiologie. Aktuelle Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der chemischen Prozesse sind: Partikelbildende Prozesse (Kristallisation und Wirbelschichtsprühgranulation), chromatographische Prozesse sowie kombinierte Reaktions- und Stofftrennprozesse (Reaktion und Destillation oder Reaktion und chromatographische Trennprozesse). Aktuelle Anwendungsbeispiele aus dem Gebiet der Energiesysteme betreffen Brennstoffzellensysteme sowie das optimale Energiemanagement in Produktionssystemen. Aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der Systembiologie betreffen Untersuchungen zur Modellierung der Influenza Virusreplikation in Säugerzellen und zur nichtlinearen Dynamik zellulärer Systeme.

### 2. Professur Integrierte Automation (Prof. Christian Diedrich)

Ein Ganzes ist mehr als die Summe seiner Komponenten. Der Entstehungsprozess von automatisierungstechnischen Systemen ist Gegenstand des Lehrstuhls mit folgenden Schwerpunkten:

- Prozessleittechnik
  - Verteilte Systeme
  - Informationsmanagement
  - Integrationstechnologien
  - Inbetriebnahme

- Diagnose
- Industrielle Kommunikation
  - Heterogene Netzwerke
  - Protokollspezifikationen
  - Feldgeräteintegration
- Engineering von Automatisierungssystemen
  - Requirement Engineering
  - Feldgeräteintegration in die Planung
  - Merkmalleisten
  - Informationsmanagement
- Automatisierungssysteme der funktionalen Sicherheit
  - Sicherheitstechniken
  - Vorgehensmodelle
- Formale und formalisierte Beschreibungstechniken
  - UML
  - Testfolgenberechnung für zustandsbasierte Verhaltensbeschreibungen
  - Funktionsbausteintechnik

### 3. Professur Systemtheorie/Regelungstechnik (Prof. Rolf Findeisen)

- Methodenentwicklung
  - Regelung und Beobachtung nichtlinearer Systeme mit Beschränkungen
  - Optimale und prädiktive Regelung
  - Ausgangsregelung
  - Tracking- und Trajektorienfolgeregelung
  - Regelung und Beobachtung über Informationsnetzwerke
  - Parameterschätzung
  - Sensitivitätsanalyse
  - Systemtheoretische Methodenentwicklung für die Systembiologie und Biomedizin
- Anwendungen
  - Regelung schneller mechatronischer Systeme
  - Regelung und Überwachung chemischer Prozesse
  - Modellierung, Analyse und Therapieentwurf des kraftinduzierten Knochenwachstums

### 4. Kooperationen

- Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH
- IPG Automotive GmbH
- Siemens AG

### 5. Forschungsprojekte

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

**Kooperationen:** Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.03.2013 - 28.02.2015

#### **HYBRID - Entwicklungsumgebung für Multicore-basierte hochdynamische, profilbasierte Feldgeräte**

Das Projekt ist dem Bereich der eingebetteten industriellen Systeme, vor allem der Unterstützung des Entwicklungsprozesses für Automatisierungsgeräten zuzuordnen. Ein Hersteller von Feldgeräten muss verschiedene Feldbussysteme unterstützen, um ein möglichst breites Einsatzfeld seiner Produkte zu erreichen. Dabei muss ein

Feldgerätehersteller erheblichen Aufwand treiben, um seine Funktionalität auf die Dienste der spezifischen Feldbusse abzubilden. Ziel ist es, die Feldbuspezifika wie z.B. Kommunikationsdienste oder Geräteprofile so in einer generischen Abstraktionsschicht einzubringen, dass die hersteller- und gerätetypspezifische Funktionalität von Automatisierungsgeräten universell anzuschließen ist. Dafür sollen vorgefertigten anpassungsfähige Hard- und Softwaremodule entworfen werden. Dadurch reduziert sich der Entwicklungs- und Wartungsaufwand für verschiedene, feldbuspezifische Varianten eines Gerätes. Im Fokus der Forschung und Entwicklung steht die für Antriebsapplikationen benötigte hohe Performance unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen der Multicore-Architektur, die durch einen hybriden Modellansatz des Entwicklungsframes umgesetzt werden soll.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

**Förderer:** Industrie; 01.11.2013 - 30.06.2016

#### **Entwicklungsprozesse für eingebettete Systeme im sicherheitstechnischen Umfeld**

Entwicklungen im sicherheitstechnischen Umfeld sind durch eine Vielzahl von organisatorischen und technischen Maßnahmen gekennzeichnet, zusätzlich zu den eigentlichen Entwicklungsaufgaben. Diese gelten der Absicherung der Ergebnisse einzelner Entwicklungsschritte, um z.B. im Sinne der IEC 61508 ein angestrebtes SIL-Niveau zu erreichen. Der Entwicklungsaufwand vervielfacht sich dadurch, was sowohl hohe Kosten verursacht, als auch einen zeitlich verlängerten Entwicklungsprozess hervorruft.

Hauptziel ist es, diesen sicherheitstechnisch bedingten Mehraufwand bei Entwicklungen im eingebetteten Bereich zu senken. Dies bedeutet z.B. weniger manuelle Absicherungsschritte, einfachere Schnittstellen zwischen den Teilgebieten, Arbeitsschritten und Moduldefinitionen sowie vereinfachte Behandlung von Varianten. Alle Maßnahmen sollen bei den abnehmenden Stellen Akzeptanz finden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.05.2014 - 31.01.2016

#### **Kartesis - Charakterisierung des HF-Übertragungskanals sowie Konzepterarbeitung und Validierung für die Kommunikationstechnik**

Ziel des Projektes KARTESIS ist die Untersuchung von Konzepten zur hochgenauen Vermessung von Bauteilen und die Ableitung von Designempfehlungen für die Entwicklung eines Messplatzes, mit dem während der kinematischen Vermessung die zuverlässige Ermittlung der geometrischen Parameter unter normalen Instandhaltungsbedingungen ermöglicht wird. Die zu untersuchenden Konzepte basieren auf der RFID-Technologie, die hier neben der Nutzdatenübertragung zusätzlich zur Gewinnung der räumlichen Position angewendet werden soll.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

**Kooperationen:** DKE/DIN

**Förderer:** Industrie; 01.03.2014 - 31.12.2015

#### **Interoperabilität für Industrie 4.0 Systeme in Automatisierungssystemen**

In laufenden vorwettbewerblichen Aktivitäten der Initiative Industrie 4.0 entstehen verschiedene Ansätze für Modelle, Schnittstellen, Austauschformate, Beschreibungssprachen u. a. m. In diesem Projekt wird mitgewirkt, dass diese Ansätze mit den existierenden Standards harmonisiert oder Übergänge zwischen den neuen Ansätzen und den bestehenden Standards geschaffen werden. Das Projekt trägt damit direkt zum Entstehen und der Weiterentwicklung der Roadmap Industrie 4.0 aktiv bei.

Hauptziel des Vorhabens ist es, die Lösungen im Rahmen der Initiative Industrie 4.0 auf die Basis der existierenden Normen und Spezifikationen im Bereich der Automation zu setzen und diese so weiter zu entwickeln, dass in evolutionären Schritten eine Investitionssicherheit für die Stakeholder geschaffen werden kann. Im Wesentlichen werden die folgenden Ziele verfolgt:

- Schaffung der Integrationsfähigkeit zwischen industriellen Kommunikationssystemen und den IP-basierten Internet der Dinge und Dienste. Zwischen den Kommunikationssystemen muss Interoperabilität auf der Ebene der Protokolle und Dienste gegebenenfalls durch Gateways und Mediatoren erreicht werden.
- Durchgängiger Informationsfluss zwischen den Geräten und Komponenten, der Produktion und deren Akteuren.

Hier müssen Modelle und semantische Methoden zum Einsatz kommen, um die Bedeutungsinhalte der Datenströme zwischen den Domänen der Produktionssysteme herstellen zu können. Interoperabilität ist hier zwischen den informationsverarbeitenden Geräten und Komponenten auf Modellebene herzustellen.

- Der Lebenszyklus der Produktionsmittel wird sich bei schrittweiser Umsetzung des Industrie-4.0-Konzepts hin zu mehr Flexibilität und Veränderbarkeit entwickeln. Interoperabilität muss hier zwischen den sich ändernden Zusammenhängen der Geräte und Komponenten entlang des Lebenszyklus von der Planung bis zum Betrieb und der Instandhaltung erzielt werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

**Kooperationen:** Siemens AG

**Förderer:** Industrie; 01.10.2012 - 30.09.2015

**Advanced Factory Control**

Für eine nachhaltige und signifikante Steigerung der Produktivität und Flexibilität in Produktionsprozessen ist zwingend die Repräsentation von Modellen, Unsicherheiten und Störungen notwendig. Basierend auf diesen Repräsentationen kann dann eine Adaptation an aktuelle Fertigungsbedingungen und Störungen, sowie eine Prozessoptimierung durchgeführt werden. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts werden optimierungs- und mengenbasierten Verfahren und Software zur Repräsentation von Modellen, Unsicherheiten und Störungen sowie zur Prozessoptimierung und Erkennung von Fehlern für Produktionsprozesse entwickelt, welche garantierte Aussagen erlauben und echtzeitfähig sind.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

**Kooperationen:** Dr. Steffen Klamt, Max-Planck-Institut Magdeburg; Prof. Fred Schaper, IBIO, Universität Magdeburg; Prof. Thomas Fischer, Klinik für Hämatologie und Onkologie, Universitätsklinik Magdeburg

**Förderer:** Bund; 01.01.2013 - 30.12.2015

**JaK-Sys: Quantitative Modellierung und Analyse von dysbalancierter Signaltransduktion durch JAK2-V617F basierend auf qualitativen Daten**

Ziel des Forschungsprojektes JAK-Sys ist es, ein besseres Verständnis über die Entstehung von myeloproliferativen Neoplasien (MPN) zu gewinnen und neue Therapieansätze zu identifizieren. Viele molekulare Mechanismen und unterschiedliche Signalwege sind an der Entstehung von MPN Krankheiten beteiligt. Der Schwerpunkt des Projektes liegt auf dem Verständnis der pathogenetischen Rolle einer konstitutiv aktiven Mutanten der Janus-Kinase 2 (JAK2). Die aktivierende JAK2-V617F Mutation wird in 95% der Patienten mit Polycythaemia vera (PV) gefunden, in etwa 50% der Patienten mit essenzieller Thrombozythämie (ET) oder primärer Myelofibrose (PMF) und seltener in anderen myeloischen Erkrankungen. Somit bilden mutierte JAK2 und ihre spezifischen Signalwege attraktive therapeutische Ziele für MPN Patienten. Das derzeitige Wissen zu den molekularen Mechanismen und die durch die JAK2-V617F-Mutation resultierende Deregulation ist nur sehr unvollständig. Um das komplexe Zusammenspiel der vielen Signal- und Einflussfaktoren zu verstehen, sind ausschließlich biologische Methoden und Experimente nicht ausreichend. Gründe hierfür sind die Komplexität der Signalwege und die unterschiedliche Art und Qualität der biologischen und experimentellen Daten. Der Ansatz dieses Projektes ist es, qualitative und quantitative Modellierungsansätze zu kombinieren und modellgetriebene Experimente durchzuführen. Mit diesem innovativen Ansatz wollen wir: 1) die Dynamik und die Mechanismen der JAK2-V617F-abhängigen deregulierten Signalwege untersuchen und 2) geeignete Strategien für die therapeutische Intervention bei myeloproliferativen Neoplasien identifizieren. In den letzten Jahren wurden bereits mehrere kleinere dynamische Teilmodelle zu den JAK-Signalwegen veröffentlicht. Die Untersuchung dieser Modelle und deren Aussagekraft im Zusammenhang mit MPN ist jedoch sehr beschränkt. Die Gründe dafür sind, dass diese Modelle nicht alle wichtigen Komponenten und Interaktionen enthalten, die erforderlich sind, um das JAK2-V617F-bedingte anormale Regulationsverhalten zu erklären und vorherzusagen. Darüber hinaus gibt es für die meisten Komponenten, Interaktionen und Prozesse des Netzwerks nur qualitative experimentelle und biologische Daten. Um das feine Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten und Interaktionen zu verstehen, sind jedoch quantitative Daten und neue Modellierungsansätze notwendig. Um die MPN zu analysieren, werden in diesem Projekt

neue Methoden aus der Systemtheorie und der *Computational Systems Biology* kombiniert und weiterentwickelt. Im Zentrum stehen hierbei Methoden, die es erlauben, qualitativen, semi-quantitativen und unsicheren Daten direkt zu berücksichtigen. Qualitative Modellierungsansätze (basierend z.B. auf logischen Modellen oder Interaktionsgraphen) sowie Ansätze zur quantitativen Modellierung (basierend z.B. auf gewöhnlichen Differentialgleichungen) werden in innovativer Art und Weise kombiniert, um die bei der MPN relevanten Signalprozesse zu beschreiben und aus verschiedenen Perspektiven und Abstraktionen zu studieren. Darüber hinaus wird das Ziel verfolgt, Beziehungen zwischen qualitativen/diskreten und kontinuierlichen Modellbeschreibungen zu finden. Dieses soll erreicht werden, indem Methoden entwickelt werden, die semi-quantitative Vorhersagen mittels qualitativen Modellen sowie semi-quantitative Voraussagen mittels quantitativen Modellen erlauben.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle  
**Projektbearbeiter:** M. Sc. Carsten Seidel  
**Förderer:** Haushalt; 01.10.2014 - 30.09.2017

#### **Chemische Energiespeicherung**

Überschüssiger Strom aus erneuerbaren Energien (Wind, Sonne) und typische Reaktionsprodukte aus Biogasanlagen können als Ausgangsstoffe für eine weitergehende chemische Energiespeicherung in Form von Methanol verwendet werden. Da die Verfügbarkeit dieser Ausgangsstoffe/Energie starken zeitlichen Fluktuationen auf unterschiedlichen Zeitskalen unterliegt, werden neue Konzepte der Prozessführung benötigt, welche durch das vorliegende Projekt entwickelt werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle  
**Projektbearbeiter:** Kunde, Christian  
**Kooperationen:** Jun.-Prof. Dr. Dennis Michaels, TU Dortmund  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2014 - 31.12.2017

#### **Globale Optimierung von integrierten flüssigen Mehrphasensystemen / 2. Förderphase**

Das optimale Design integrierter flüssiger Mehrphasensysteme führt auf gemischt-ganzzahlige nichtlineare Optimierungsprobleme. In diesem Projekt sollen in Kooperation zwischen Ingenieuren und Mathematikern neue Verfahren zur globalen Optimierung solcher Probleme entwickelt werden. Die in der ersten Förderphase entwickelten Methoden sollen in der zweiten Förderphase weiter verallgemeinert und auf neue Prozessklassen aus dem SFB/TR 63 angewendet werden.

Die Leitung des Projektes erfolgt in Kooperation mit JP Dr. Dennis Michaels (TU Dortmund).

Dieses Projekt ist Teil des Sonderforschungsbereichs/Transregio 63 - Integrierte chemische Prozesse in flüssigen Mehrphasensystemen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle  
**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. André Franz  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2012 - 31.12.2016

#### **Nichtlineare Dynamik der Polyhydroxyalkanoat Synthese in Mikroorganismen**

Polyhydroxyalkanoate (PHA) sind mikrobielle Polymere, welche von vielen Bakterien als Reservestoffe gebildet werden können. Diese Bio-Polymere stellen eine wichtige Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen dar, da sie biologisch abbaubar und nicht von fossilen Ressourcen abhängig sind. Zudem sind PHAs biokompatibel, wodurch sie sich im besonderen Maße für die Verwendung in der Medizintechnik, z.B. für Implantate eignen. Mikroorganismen sind jedoch hochgradig regulierte Systeme, die schnell und effizient auf veränderte Umgebungsbedingungen reagieren, um dadurch ihr Überleben zu sichern. Diese zellinternen Regulationsmechanismen beeinflussen auch die PHA-Synthese und steuern somit Menge und Eigenschaften des gebildeten PHA. Um die Ausbeute an gebildetem PHA zu maximieren und die für die jeweilige Anwendung benötigten Polymereigenschaften (e.g. Formbarkeit, Härte, Elastizität,...) zu erreichen, ist ein tieferes Verständnis der zellinternen Regulationsmechanismen von großer Bedeutung. Ziel dieses Projektes ist es daher, mit Hilfe der Kombination von mathematischer Modellierung und biologischen Experimenten, die wesentlichen Regulationsmechanismen aufzuklären und mathematisch abzubilden. Dies soll dazu beitragen, die immer noch sehr hohen Produktionskosten von Bio-Polymeren zu senken und Methoden zu entwickeln, welche es erlauben,

die gewünschten funktionalen und technischen Eigenschaften der Bio-Polymere direkt schon während der Fermentation einzustellen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Robert Dürr

**Kooperationen:** Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Timo Frensing, OvGU Magdeburg & MPI Magdeburg; Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl, OvGU Magdeburg & MPI Magdeburg

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.07.2012 - 31.08.2016

**Numerische Methoden zur Simulation und Parameteridentifikation von höher-dimensionalen verteilt parametrischen Systemen in der Biotechnologie**

In vielen biotechnologischen Prozessen hat die Heterogenität innerhalb von Zellkulturen einen großen Einfluss auf die Produktmenge und -qualität. Anwendungsbeispiele lassen sich in der Grippe-Impfstoffproduktion und Biopolymerherstellung finden. Deren mathematische Beschreibung dient einem genaueren Verständnis sowie der Optimierung und Regelung der Produktionsprozesse. Eine Modellbildung ist mit Hilfe der populationsdynamischen Modellierung möglich, die auf multivariate partielle Differentialgleichungen führt. Für diese Systemklasse ist der Einsatz von Standard-Methoden zur numerischen Lösung und Parameterschätzung nicht effektiv. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit Methoden zu entwickeln, mit denen die hochdimensionalen Modelle simuliert und an experimentelle Daten angepasst werden können. In einem ersten Schritt wurde eine approximative Momentenmethode entwickelt, die eine effektive Berechnung wichtiger Eigenschaften der multivariaten heterogenen Systeme wie Mittelwert und Varianz ermöglicht.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Robert Dürr, MSc. Stefanie Velten

**Förderer:** Bund; 01.01.2013 - 31.08.2016

**Populationsdynamische Modellierung und Optimierung der Virusreplikation bei der Impfstoffproduktion**

Als Teil des Verbundprojektes CellSys Cell Line Development by Systems Biology, welches sich zum Ziel gesetzt hat, mit Hilfe eines systembiologischen Ansatzes eine Hochleistungszelllinie für die Influenza-Impfstoffproduktion zu entwickeln, werden im vorliegenden Projekt Methoden der populationsdynamischen Modellierung angewendet, um den Einfluss zellulärer Faktoren auf die Virusreplikation in Bioreaktoren zu quantifizieren. Zu diesem Zweck werden geeignete Modellierungsstrategien entwickelt, mithilfe derer sich elementare biologische Prozesse auf Einzelzellebene in die populationsdynamische Formulierung einbetten lassen. Die Zustandsvariablen der Einzelzellbeschreibung werden dabei in Eigenschaftskordinaten des populationsdynamischen Modells transformiert, sodass in vielen Fällen eine Modellreduktion unerlässlich ist. In Abhängigkeit von der Modellkomplexität werden stochastische oder deterministische Ansätze verwendet. Desweiteren werden Ergebnisse durchflusszytometrischer Untersuchungen zu Modellvalidierung bzw. -invalidierung genutzt, sodass sich daraus neue biologische Modellhypothesen ableiten und neue Experimente planen lassen. Die validierten Modelle sollen schließlich genutzt werden, um Schlussfolgerungen für ein optimales biologisches Prozessdesign zu ziehen. Das Projekt wird im Rahmen des Moduls II Transfer der Initiative e:Bio Innovationswettbewerb Systembiologie vom BMBF gefördert.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle

**Projektbearbeiter:** Suvarov, Paul

**Kooperationen:** Prof. Alain Vande Wouwer, University of Mons

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2012 - 31.01.2015

**Regelung von Simulated Moving Bed (SMB-)Chromatographieprozessen**

Chromatographische Prozesse sind Stofftrennverfahren, die beispielsweise zur Herstellung von hochreinen Wirkstoffen in der pharmazeutischen Industrie eingesetzt werden. Neben der klassischen diskontinuierlichen Betriebsweise mit Einzelsäulen kommen in zunehmendem Maße auch kontinuierliche Prozesse insbesondere sogenannte Simulated Moving Bed (SMB) Prozesse zum Einsatz. Dazu werden mehrere Säulen zu einem Ring verschaltet, wobei die Positionierung der Zu- und Abläufe zyklisch geändert wird. Meist werden diese SMB-Anlagen ungeregelt betrieben. Eine Änderung in der Konzentration des Ausgangsstoffgemisches führt somit zu einer Änderung der Reinheiten der Endprodukte. Um dieses Defizit zu beheben, soll eine praxistaugliche Regelstrategie entwickelt werden.

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle  
**Projektbearbeiter:** Jun.-Prof. Stefan Palis  
**Förderer:** Haushalt; 01.07.2013 - 31.12.2016

**Regelung von Systemen mit verteilten Parametern**

Viele Systeme werden durch Zustandsvariablen beschrieben, die sich nicht nur entlang der Zeit sondern auch entlang einer Orts- oder anderen Koordinate bewegen. Diese Prozesse werden daher Systeme mit verteilten Parametern genannt. Die entsprechenden mathematischen Modelle sind typischerweise nichtlineare partielle Differentialgleichungen, die aus regelungstechnischer Sicht herausfordernd sind. Die Zielstellung dieses Projektes ist daher der systematische Reglerentwurf unter Verwendung von Konzepten der:

- Robusten Regelungstheorie,
- Generalisierten Stabilitätstheorie nach Lyapunov, d.h. der Stabilität im Sinne zweier Diskrepanzen

Typische Anwendungsbeispiele sind Energieübertragungsleitungen, Populationsbilanzen für Partikelprozesse, elastische Wellen und Rohrreaktoren.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle  
**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. Stefan Palis, Dipl.-Ing. Christian Dreyschultze  
**Kooperationen:** Prof. Dr.-Ing. Evangelos Tsotsas, OvGU Magdeburg; Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich, TU Hamburg-Harburg  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 17.06.2013 - 16.06.2017

**Untersuchung des dynamischen Verhaltens der Sprühgranulation in kontinuierlich betriebenen Wirbelschichttrinnen**

Wirbelschichttrinnen spielen in der chemischen, pharmazeutischen, Düngemittel- und Lebensmittelindustrie eine große Rolle. Zum genaueren Verständnis der in ihnen ablaufenden dynamischen Prozesse, der Prozessintensivierung und -automatisierung ist eine mathematische Beschreibung notwendig. Hierzu bietet sich die Verwendung von populationsdynamischen Modellen an, da diese eine Eigenschaftsbeschreibung, z.B. Partikelfeuchte und -größe, erlauben. Zur Unterscheidung von verschiedenen Modellkandidaten sollen im Rahmen dieses Projektes Methoden der nichtlinearen Analyse eingesetzt werden. Hierbei werden alle Modellkandidaten eingehend in einem gegebenen Parameterraum untersucht und besonders interessante Betriebsbereiche für zusätzliche experimentelle Untersuchungen abgeleitet. Diese zusätzlichen Experimente können anschließend genutzt werden um einzelne Modellkandidaten zu verwerfen. Zur Beschleunigung der aufwändigen Experimente und zur Erhöhung der Reproduzierbarkeit werden alle Experimente im geschlossenen Regelkreis, d.h. unter Verwendung eines Reglers, durchgeführt.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Achim Kienle  
**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. Stefan Palis; Sommer, Steffen  
**Kooperationen:** Dr. V. Tulska, Moscow Power Engineering Institute  
**Förderer:** Haushalt; 01.07.2013 - 30.06.2015

**Optimierung von Energiesystemen**

Der Einsatz von Optimierungsmethoden in Energiesystemen ist von großer Bedeutung und sorgt für eine Erhöhung der Zuverlässigkeit, eine Kostenreduktion oder die Reduktion von Umweltverschmutzungen je nach Problemformulierung. Im Rahmen dieses Projektes werden verschiedene Optimierungsprobleme wie zum Beispiel Energiemanagement, Kraftwerksplanung, Topologieoptimierung, untersucht. Die meisten von ihnen sind gemischte ganzzahlige nichtlineare Optimierungsprobleme und daher auch von theoretischer Seite interessant.

---

**Projektleiter:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Waldherr  
**Projektbearbeiter:** M. Sc. Banafsheh Jabarivelisdeh  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.12.2014 - 30.11.2016

**Modeling and Analysis of Heterogeneous Cell Populations**

The research project is focussed on the modeling and analysis of heterogeneous cell populations. The first aim is to construct a biologically meaningful computational model for cell population dynamics from an assumed underlying gene regulatory network and specific growth dynamics, taking into account heterogeneity of the cells and stochastic



changes on a slow time scale. As a second aim, the developed model class should form the basis for the development of computational methods that allow to reconstruct the cellular heterogeneity and other biological parameters from typical biological measurements.

---

**Projektleiter:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Waldherr

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Math. Henning Lindhorst

**Kooperationen:** Prof. Dr.rer.nat. habil. Alexander Bockmayr, Freie Universität Berlin, Arbeitsgruppe 'Mathematics in Life Sciences', Thema: Dynamische Optimierung in metabolisch-genetischen Netzwerken

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.03.2013 - 31.12.2015

**Optimierung von Stoffwechselnetzwerken**

Wir koppeln Modelle für Stoffwechselnetzwerke mit Daten zur Genexpression, um das Wachstum und den Energiehaushalt von Zellen zu beschreiben. Auf Basis dieser Modelle entwickeln wir dynamische Optimierungsverfahren, um die Zeitverläufe der Stoffwechselreaktionen und Zellwachstum abhängig von den Umgebungsbedingungen vorhersagen zu können. Diesem Ansatz liegt die Idee zugrunde, dass Zellen ihren Stoffwechsel wachstumsoptimal regulieren. Anwendungen dieses Ansatzes liegen vor allem in der Untersuchung der zellulären Adaptation an wechselnde Umgebungsbedingungen.

---

**Projektleiter:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Waldherr

**Projektbearbeiter:** M. Sc. Mubashir Hussain

**Kooperationen:** Prof. Peter Scheurich, Universität Stuttgart

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 06.01.2012 - 05.01.2016

**Rechnerbasierte Modellierung, Sensitivitätsanalyse und Parameterschätzung für heterogene Zellpopulationen**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung neuer rechnerbasierter Methoden zur Modellierung und Analyse von großen Populationen strukturell identischer Systeme mit heterogenen Parametern und Populationsdynamik. Solche Populationen treten in biologischen Systemen auf, beispielsweise im Gewebe höherer Organismen, oder in Kolonien von Mikroorganismen. In diesen Fällen sind Zellen desselben Zelltyps strukturell ähnlich, können aber beispielsweise wegen Unterschieden in Proteinmengen oder Genaktivitäten dennoch unterschiedliches Verhalten zeigen. In mathematischen Modellen können diese Unterschiede durch Variationen in den Parameterwerten für einzelne Zellen abgebildet werden. Das Projekt strebt eine Modellierungsstruktur an, bei der heterogene Populationen durch eine Zustandsdichtefunktion beschrieben werden, und bei der die Dynamik auf der Ebene des individuellen Systems zur Populationsebene hin extrapoliert wird. Die vorgeschlagene Struktur basiert auf etablierten Einzelzell-Modellierungsansätzen für zelluläre Systeme, und zielt auf Populationsmodelle ab, die durch eine Erweiterung bestehender Einzelzellmodelle konstruiert werden. Dieser Ansatz soll realisiert werden durch die Formulierung einer Zustandsdichtefunktion, welche die Population charakterisiert, und deren Dynamik durch eine partielle Differentialgleichung beschrieben ist, die aus intrazellulären Mechanismen und der Zellpopulationsdynamik, d.h. Zellteilung und Zelltod, hergeleitet wird. Die Betrachtung der Zellpopulationsebene ist beispielsweise erforderlich, um dynamische physiologische Prozesse in biologischem Gewebe oder metabolische Prozesse in einem Bioreaktor von der zellulären Ebene ausgehend zu verstehen. Zur Verwendung der vorgeschlagenen Modellklasse müssen auch geeignete Analysemethoden entwickelt werden, die rechentechnisch effizient verwendet werden können. Der Fokus des Projekts liegt dabei auf der Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und Unsicherheitsanalyse für die hier entwickelte Klasse von Populationsmodellen. Eine Anwendung des vorgeschlagenen Modellierungsansatzes und der Analysemethoden soll im Bereich der Zellbiologie realisiert werden, und zwar für den Prozess des programmierten Zelltods aufgrund eines extrazellulären biochemischen Stimulus. In diesem System tritt Heterogenität in der Zellpopulation dadurch auf, dass ein Teil der Zellen einer Population bei einem gegebenen Stimulus stirbt, während der übrige Teil überlebt. Auf Basis existierender Einzelzellmodelle für diesen Prozess wird der hier entwickelte Ansatz eingesetzt, um in Zusammenarbeit mit dem Kooperationsprojekt von Prof. Scheurich die dieser Heterogenität zugrunde liegenden Mechanismen besser zu verstehen.

---

**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Erik May

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Erik May, Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

**Kooperationen:** GFal - Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.; MEDIAN Klinik NRZ Magdeburg

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.04.2015 - 31.03.2017

### **reha step Projekt - Trainingsgerät zur klinischen Gangrehabilitation von Schlaganfallpatienten**

Der Schlaganfall gehört zu den häufigsten Erkrankungen und betrifft allein in Deutschland ca. 260.000 Menschen jährlich. Der Schlaganfall gehört zu den häufigsten Erkrankungen und betrifft allein in Deutschland ca. 260.000 Menschen jährlich [1]. Hierbei stellen motorische Funktionsstörungen die häufigsten neurologischen Ausfallerscheinungen bei den Überlebenden dar. Ziel der Rehabilitationsbehandlung ist es, verloren gegangene Fähigkeiten durch die Neustrukturierung des Gehirns wiederzuerlangen (Neuroplastizität). Speziell für die Gangrehabilitation ist neben den durch die Bewegung ausgelösten Nervenreizen auch eine Stimulierung der Rezeptoren in der Fußsohle durch Stand- und Gehbelastung erforderlich. Der Schlaganfall gehört zu den häufigsten Erkrankungen und betrifft allein in Deutschland ca. 260.000 Menschen jährlich [1]. Hierbei stellen motorische Funktionsstörungen die häufigsten neurologischen Ausfallerscheinungen bei den Überlebenden dar. Ziel der Rehabilitationsbehandlung ist es, verloren gegangene Fähigkeiten durch die Neustrukturierung des Gehirns wiederzuerlangen (Neuroplastizität). Speziell für die Gangrehabilitation ist neben den durch die Bewegung ausgelösten Nervenreizen auch eine Stimulierung der Rezeptoren in der Fußsohle durch Stand- und Gehbelastung erforderlich [2]

Mehrere Studien haben bestätigt, dass der Therapieerfolg positiv mit einem frühen Beginn, einer höheren Intensität und einem aufgaben-spezifischen Training korreliert. Der Schlaganfall gehört zu den häufigsten Erkrankungen und betrifft allein in Deutschland ca. 260.000 Menschen jährlich [1]. Hierbei stellen motorische Funktionsstörungen die häufigsten neurologischen Ausfallerscheinungen bei den Überlebenden dar. Ziel der Rehabilitationsbehandlung ist es, verloren gegangene Fähigkeiten durch die Neustrukturierung des Gehirns wiederzuerlangen (Neuroplastizität). Speziell für die Gangrehabilitation ist neben den durch die Bewegung ausgelösten Nervenreizen auch eine Stimulierung der Rezeptoren in der Fußsohle durch Stand- und Gehbelastung erforderlich [2]

Mehrere Studien haben bestätigt, dass der Therapieerfolg positiv mit einem frühen Beginn, einer höheren Intensität und einem aufgaben-spezifischen Training korreliert [3]. Durch den erheblichen personellen und finanziellen Therapieaufwand ergeben sich im klinischen Alltag allerdings Restriktionen, die oftmals eine optimale Trainingshäufigkeit verhindern. Die technologische Unterstützung der Gangrehabilitation kann dem entgegenwirken. Existierende medizinische Systeme, die das Ziel haben, das Training zu intensivieren, sind jedoch sehr platzintensiv und stationär oder ermöglichen kein Training in einer aufrechten Haltung, um die Fußsohlen zu reizen.

Das Forschungsprojekt konzentriert sich deshalb auf die Konzepterstellung, Entwicklung und Validierung eines neuartigen Trainingsgerätes zur Gangrehabilitation motorisch geschädigter Schlaganfallpatienten. Bei diesem Trainingsgerät soll es sich um eine mobile und aktive Beinschiene handeln, die das Training in der Rehabilitationsklinik um einen neuen gerätegestützten Ansatz erweitert. Vor allem werden Übungen in der Frührehabilitation, aber auch in den weiterführenden Rehabilitationsphasen unterstützt. Der Einsatz dieses Trainingsgerätes soll die Intensität der Übungen erhöhen, die Patientensicherheit durch Stabilisierung der notwendigen Gelenke verbessern und die betreuenden Therapeuten entlasten.

[1] Heuschmann P., Busse O., Wagner M., et al. (2010). Schlaganfall-häufigkeit und Versorgung von Schlaganfallpatienten in Deutschland. *Aktuelle Neurologie* 37 (7), S. 333-40.

[2] Dietz, V. (2004). Locomotor activity in spinal cord-injured persons. *Journal of Applied Physiology* 96 (5), 1954-60

[3] Nelles, G. (Hrsg.) (2014). Neurologische Rehabilitation. 115 Tabellen. Stuttgart .

## **6. Veröffentlichungen**

### **Begutachtete Zeitschriftenaufsätze**

**Ballerstein, Martin; Kienle, Achim; Kunde, Christian; Michaels, Dennis; Weismantel, Robert**

Deterministic global optimization of binary hybrid distillation/melt-crystallization processes based on relaxed MINLP formulations

In: Optimization and engineering: international multidisciplinary journal to promote optimizational theory & applications in engineering science. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 16.2015, 2, S. 409-440;

[Imp.fact.: 1,233]

**Dreyschultze, C.; Neugebauer, Christoph; Palis, Stefan; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Heinrich, Stefan; Kienle, Achim**

Influence of zone formation on stability of continuous fluidized bed layering granulation with external product classification

In: Particuology. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 23.2015, S. 1-7;  
[Imp.fact.: 2,110]

**Dürr, Robert; Franz, André; Kienle, Achim**

Combination of limited measurement information and multidimensional population balance models

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 20, S. 261-166;

**Dürr, Robert; Palis, Stefan; Kienle, Achim**

Online parameter identification of facet growth kinetics in crystal morphology population balance models

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 1336-1345;

**Fay, Alexander; Diedrich, Christian; Thron, Mario; Scholz, André; Puntel Schmidt, Philipp; Ladiges, Jan; Holm, Thomas**

Wie bekommt Industrie 4.0 Bedeutung?

In: Atp-Edition: automatisierungstechnische Praxis; Organ der GMA (VDI-VDE-Gesellschaft Meß- und Automatisierungstechnik) und der NAMUR (Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie). - München: DIV Dt. Industrieverl, Bd. 57.2015, 7/8, S. 30-43;

**Fay, Alexander; Vogel-Heuser, Birgit; Frank, Timo; Eckert, Karin; Hadlich, Thomas; Diedrich, Christian**

Enhancing a model-based engineering approach for distributed manufacturing automation systems with characteristics and design patterns

In: The journal of systems and software. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 101.2015, S. 221-235; 10.1016/j.jss.2014.12.028;  
[Imp.fact.: 1,245]

**Geyyer, Rostyslav; Kienle, Achim; Palis, Stefan**

Robust control of continuous crystallization processes

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 11, S. 598-603;  
[Kongress: 1st IFAC Conference on Modelling, Identification and Control of Nonlinear Systems MICNON 2015, Saint Petersburg, Russia, 24-26 June 2015];

**Höme, Stephan; Grützner, Jens; Hadlich, Thomas; Diedrich, Christian; Schnäpp, Dieter; Arndt, Susanne; Schnieder, Ekehard**

Semantic Industry: Herausforderungen auf dem Weg zur rechnergestützten Informationsverarbeitung der Industrie 4.0

In: Automatisierungstechnik: AT. - Berlin: De Gruyter, Bd. 63.2015, 2, S. 74-86;  
[Imp.fact.: 0,187]

**Hussain, Mubashir; Kumar, Jitendra; Tsotsas, Evangelos**

A new framework for population balance modeling of spray fluidized bed agglomeration

In: Particuology. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 19.2015, S. 141-154;  
[Imp.fact.: 1,648]

**Imig, Dirke; Pollak, Nadine; Strecker, Timm; Scheurich, Peter; Allgöwer, Frank; Waldherr, Steffen**

An individual-based simulation framework for dynamic, heterogeneous cell populations during extrinsic stimulations

In: Journal of coupled systems and multiscale dynamics. - Valencia, Calif: American Scientific Publishers, Bd. 3.2015, 2, S. 143-155;

**Kunde, Christian; Michaels, Dennis; Micovic, Jovana; Lutze, Philip; Górak, Andrzej; Kienle, Achim**

Deterministic global optimization in conceptual process design of distillation and melt crystallization

In: Chemical engineering and processing. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 2015; <http://dx.doi.org/10.1016/j.cep.2015.09.010>;  
[Imp.fact.: 2,071]

**Lucia, Sergio; Kögel, M.; Zometa, P.; Quevedo, D. E.; Findeisen, Rolf**

Predictive control in the era of networked control and communication - a perspective

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 23, S. 322-331;

[Kongress: 5th IFAC Conference on Nonlinear Model Predictive Control NMPC 2015, Seville, Spain, 17-20 September 2015];

**Lucia, Sergio; Kögel, Markus; Findeisen, Rolf**

Contract-based predictive control of distributed systems with plug and play capabilities

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 23, S. 205-211;

[Kongress: 5th IFAC Conference on Nonlinear Model Predictive Control NMPC 2015, Seville, Spain, 17-20 September 2015];

**Mangold, Michael; Feng, Lihong; Khlopov, Dmytro; Palis, Stefan; Benner, Peter; Binev, Daniel; Seidel-Morgenstern, Andreas**

Nonlinear model reduction of a continuous fluidized bed crystallizer

In: Journal of computational and applied mathematics. - Amsterdam [u.a.]: North-Holland, Bd. 289.2015, S. 253-266;

[Imp.fact.: 1,266]

**Morabito, Bruno; Kögel, Markus; Bullinger, Eric; Pannocchia, Gabriele; Findeisen, Rolf**

Simple and efficient moving horizon estimation based on the fast gradient method

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 23, S. 428-433;

[Kongress: 5th IFAC Conference on Nonlinear Model Predictive Control NMPC 2015, Seville, Spain, 17-20 September 2015];

**Palis, Stefan; Bück, Andreas; Kienle, Achim**

Entropy-based control of continuous Fluidized bed spray granulation processes

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 13, S. 154-157;

[Kongress: 5th IFAC Workshop on Lagrangian and Hamiltonian Methods for Nonlinear Control LHMNC 2015, Lyon, France, 4-7 July 2015];

**Palis, Stefan; Dreyschultze, Christian; Neugebauer, Christoph; Kienle, Achim**

Auto-tuning control systems for improved operation of continuous fluidized bed spray granulation processes with external product classification

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 133-141;

[Imp.fact.: 0,274]

**Quevedo, Daniel E.; Mishra, Prabhat K.; Findeisen, Rolf; Chatterjee, Debasish**

A stochastic model predictive controller for systems with unreliable communications

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 23, S. 57-64;

[Kongress: 5th IFAC Conference on Nonlinear Model Predictive Control NMPC 2015, Seville, Spain, 17-20 September 2015];

**Rudolph, Nadine; Meyer, Tina; Franzen, Kristina; Garbers, Christoph; Schaper, Fred; Streif, Stefan; Dittrich, Anna; Findeisen, Rolf**

A two-level approach for fusing early signaling events and long term cellular responses

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 8, S. 1228-1233;

[Kongress: 9th IFAC Symposium on Advanced Control of Chemical Processes ADCHEM 2015, Whistler, Canada, 7-10 June 7-10, 2015];

**Sattler, Kathrin; Diedrich, Christian; Brandmeier, Thomas**

Manöverbasiertes Testen in Kombination mit evolutionären Algorithmen

In: Automatisierungstechnik: AT. - Berlin: De Gruyter, Bd. 63.2015, 6, S. 450-464;

[Imp.fact.: 0,187]

**Seidel, Heiko; Mühlhause, Mathias; Bangemann, Felix; Diedrich, Christian**

Workflow-Management - Systeme im Engineering

In: Atp-Edition: automatisierungstechnische Praxis; Organ der GMA (VDI-VDE-Gesellschaft Meß- und

Automatisierungstechnik) und der NAMUR (Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie).  
- München: DIV Dt. Industrieverl, Bd. 57.2015, 10, S. 60;

**Subramanian, Sankaranarayanan; Lucia, Sergio; Engel, Sebastian**

Adaptive multi-stage output feedback NMPC using the extended Kalman filter for time varying uncertainties applied to a CSTR

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 48.2015, 23, S. 242-247;

[Kongress: 5th IFAC Conference on Nonlinear Model Predictive Control NMPC 2015, Seville, Spain, 17-20 September 2015];

**Waldherr, Steffen; Oyarzún, Diego A.; Bockmayr, Alexander**

Dynamic optimization of metabolic networks coupled with gene expression

In: Journal of theoretical biology. - London: Academic Press, Bd. 365.2015, S. 469-485;

[Imp.fact.: 2,303]

**Begutachtete Buchbeiträge**

**Diedrich, Christian; Liu, Zheng**

Ötologie in der Automation?

In: Automation 2015: 16. Branchentreff der Mess- und Automatisierungstechnik, 11. und 12. Juni 2015, Baden-Baden.

- Düsseldorf: VDI-Verl., insges. 14 S.[Beitrag auf CD-ROM];

**Diedrich, Christian; Riedl, Matthias**

Integration von Automatisierungsgeräten in Industrie-4.0-Komponenten

In: Handbuch Industrie 4.0: Produktion, Automatisierung und Logistik. - Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden,

S. 1-14, 2015;

**Höme, Stephan; Theuerkauf, K.; Zipper, Holger**

Cooperative, event-driven control of a football table

In: 2015 International Conference on Event-based Control, Communication, and Signal Processing (ECCSP). - IEEE,

insges. 7 S.;

**Kogel, M.; Findeisen, Rolf**

Discrete-time robust model predictive control for continuous-time nonlinear systems

In: American Control Conference (ACC), 2015: 1 - 3 July 2015, Chicago, IL, USA. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 924-930;

**Kögel, Markus; Findeisen, Rolf**

Self-triggered, prediction-based control of Lipschitz nonlinear systems

In: 2015 European Control Conference (ECC): 15-17 July 2015, Linz. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 2150-2155;

[Kongress: European Control Conference (ECC), 15-17 July 2015, Linz];

**Kopf, M.; Giessler, H.-G.; Varutti, P.; Faulwasser, T.; Findeisen, Rolf**

On the effect of enforcing stability in model predictive control for gust load alleviation

In: American Control Conference (ACC), 2015: 1 - 3 July 2015, Chicago, IL, USA. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 2329 - 2334;

**Kunde, Christian; Kienle, Achim**

Deterministic global optimization of multistage melt crystallization processes in hydroformylation

In: 12th International Symposium on Process Systems Engineering and 25th European Symposium on Computer Aided

Process Engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, S. 1061-1066, 2015 - (Computer-aided chemical engineering; 37);

**Lindhorst, Henning; Waldherr, Steffen**

Modelling chemical reaction networks on the Pontryagin bundle with the Hamilton-Pontryagin approach

In: Abstract volume: 8th Vienna Conference on Mathematical Modelling, February 18 - 20, 2015, Vienna University of Technology, Austria // MATHMOD 2015. - Vienna: ARGESIM, S. 47-52

Kongress: MATHMOD; 8 (Vienna): 2015.02.18-20;

**Liu, Zheng; Bieliaiev, Oleksandr; Diedrich, Christian; Meyer, Torben; Völzke, Benjamin**

Komponentenmodelle für die virtuelle Inbetriebnahme

In: Automation 2015: 16. Branchentreff der Mess- und Automatisierungstechnik, 11. und 12. Juni 2015, Baden-Baden. - Düsseldorf: VDI-Verl., insges. 14 S.[Beitrag auf CD-ROM];

**Liu, Zheng; Hartung, Gunar; Seidel, Chris; Diedrich, Christian**

Konzept und Entwicklung eines Testwerkzeuges für die virtuelle Inbetriebnahme

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ.; 2015, Beitrag C4-1, insgesamt 9 S.[Beitrag auf CD-ROM];

**Necoara, I.; Findeisen, Rolf**

Parallel and distributed random coordinate descent method for convex error bound minimization

In: American Control Conference (ACC), 2015: 1 - 3 July 2015, Chicago, IL, USA. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 527-532;

**Waldherr, Steffen; Frysch, Robert; Pfeiffer, Tim; Jakuszeit, Theresa; Zeng, Shen; Rose, Georg**

A numerical evaluation of state reconstruction methods for heterogeneous cell populations

In: 2015 European Control Conference (ECC): Linz, Austria, July 16-17. - EUCA, S. 2931-2936;

**Herausgeberschaften**

**Jumar, Ulrich; Jasperneite, J.**

6. Jahreskolloquium Kommunikation in der Automation, 17. - 18.11.2015, Magdeburg. - Magdeburg: ifak, 2015; 1 USB-Stick, ISBN 978-3-944722-33-7;

Kongress: Jahreskolloquium Kommunikation in der Automation; 6 (Magdeburg): 2015.11.17-18

KOMMA; 6 (Magdeburg): 2015.11.17-18;

**Nicht begutachtete Buchbeiträge**

**Bück, Andreas; Neugebauer, Christoph; Meyer, Katja; Palis, Stefan; Diez, E.; Kienle, Achim; Heinrich, Stefan; Tsotsas, Evangelos**

Influence of operation parameters on process stability in continuous fluidised bed layering with external classification

In: 7th International Granulation Workshop: Sheffield, UK, 2015. - Sheffield, insges. 11 S.[Beitrag auf USB-Stick];

**Diedrich, Christian; Höme, Stephan**

Charakteristik von Echtzeitsystemen an der Schnittstelle zwischen AT und IT

In: 6. Jahreskolloquium Kommunikation in der Automation, 17. - 18.11.2015, Magdeburg. - Magdeburg: ifak, insges. 11 S.[Beitrag auf USB-Stick];

**Dürr, Robert; Müller, Thomas; Kienle, Achim**

Efficient DQMOM for multivariate population balance equations and application to virus replication in cell cultures

In: 8th Vienna International Conference on Mathematical Modelling 2015. - IFAC, S. 29-34;

**Höme, Stephan; Diedrich, Christian**

Integriertes Struktur- und Funktionsmodell zur Beschreibung von QoS von industriellen kommunikationsbasierten Steuerungssystemen

In: 6. Jahreskolloquium Kommunikation in der Automation, 17. - 18.11.2015, Magdeburg. - Magdeburg: ifak, insges. 9 S.[Beitrag auf USB-Stick];

**Lindhorst, Henning; Hussain, Mubashir; Waldherr, Steffen**

Spatial separation of bistable cell types in heterogeneous populations

In: Preprints of the 4th IFAC Conference on Analysis and Control of Chaotic Systems: Tokyo, Japan, August 26-28, 2015. - IFAC; 2015, Art. WeAB.3, S. 47-52;

**Dissertationen**

**Bilous, Vadym; Schmucker, Ulrich [GutachterIn]; Lüder, Arndt [GutachterIn]; Palis, Stefan [GutachterIn]**

Entwicklung eines sphärischen Roboters mit hoher Manövrierfähigkeit. - Magdeburg, 2015; IX, 117 Blätter: Illustrationen [Literaturverzeichnis: Seite 112-117];

**Carius, Lisa; Findeisen, Rolf [Gutachter]**

Control and model-based analysis of microaerobic processes - using Rhodospirillum rubrum as model organism. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; XXIII, 129 S.: graph. Darst.;

**Franz, André; Kienle, Achim [Gutachter]**

Nonlinear dynamics of Poly(hydroxyalkanoate) production in Ralstonia eutropha and Rhodospirillum rubrum. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; XIX, 134 S.: graph. Darst.;

**Gaber, Abdo Nasser Ali; Omar, Abbas S. [Gutachter]; Diedrich, Christian [Gutachter]**

Wireless indoor positioning based on TDOA and DOA estimation techniques using IEEE 802.11 standards. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; XXX, 209 S.: Ill., graph. Darst.;

**Hadlich, Thomas; Diedrich, Christian [Gutachter]**

Verwendung von Merkmalen im Engineering von Systemen. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; XVII, 186 S.: graph. Darst.;

**Hertel, Christoph; Sundmacher, Kai [Gutachter]; Mangold, Michael [Gutachter]**

Experimental and theoretical analysis of the cyclic water gas shift reactor. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015; VIII, 117 S.: Ill., graph. Darst.;

**Müller, Thomas; Kienle, Achim [Gutachter]; Reichl, Udo [Gutachter]**

Population balance modeling of influenza A virus replication in MDCK cells during vaccine production. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; X, 127 S.: graph. Darst.;

**Rumschinski, Philipp; Findeisen, Rolf [Gutachter]**

Verification of system properties of polynomial systems using discrete-time approximations and set-based analysis. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; XVII, 118 Bl.: graph. Darst.;

**Safonov, Andrii; Schmucker, Ulrich [GutachterIn]; Palis, Stefan [GutachterIn]**

Design of biped robot walking with double-support phase. - Magdeburg, 2015; 107 Blätter: Illustrationen [Literaturverzeichnis: Seite 104-107];

**Sattler, Kathrin; Diedrich, Christian [Gutachter]**

Methodik für den Systemtest in der integralen Fahrzeugsicherheit. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; XIX, 181 S.: Ill., graph. Darst.;

**Siegert, Ingo; Wendemuth, Andreas [Gutachter]; Diedrich, Christian [Gutachter]**

Emotional and user-specific cues for improved analysis of naturalistic interactions. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; XIX, 266 S.: graph. Darst.;