



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

EIT

FAKULTÄT FÜR  
ELEKTROTECHNIK UND  
INFORMATIONSTECHNIK

Forschungsbericht 2013

# FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 18635, Fax +49 (0)391 67 12287  
feit@ovgu.de  
<http://www.feit.ovgu.de>

## 1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann (Dekan)  
Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick (Prodekan)

## 2. Institute

Institut für Automatisierungstechnik (IFAT)  
Institut für Elektrische Energiesysteme (IESY)  
Institut für Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)  
Institut für Medizintechnik (IMT)  
Institut für Mikro- und Sensorsysteme (IMOS)

## 3. Forschungsprojekte

Projektleiter: Dipl.-Ing. Axel Boese  
Projektbearbeiter: Prof. Dr. G. Rose, Prof. B. Schmidt, FEIT, OvGU  
Förderer: Bund; 01.06.2008 - 31.05.2013

### INKA Intelligente Katheter

Minimalinvasive, kathetergestützte Eingriffe gewinnen zunehmend an Bedeutung bei den verschiedensten Krankheitsfeldern. Innerhalb von Inka werden Hightech-Werkzeuge für den Operateur entwickelt, welche sich gezielt zum Krankheitsherd innerhalb des Körpers navigieren lassen, aussagekräftige Diagnosen ... mehr

# 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

## 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. Forschungsprojekte

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Franziska Wolf

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.04.2010 - 31.03.2013

ASIMOF

Das Gesamtziel des vom Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt geförderten Projektes ASIMOF (Altersgerechte und sichere Mobilität in der Fläche) besteht in der Konzeption eines im Hinblick auf den demographischen Wandel zukunftsfähigen und qualitativ hochwertigen Mobilitätsmanagements in Sachsen-Anhalt. ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Thomas Hadlich

Förderer: DFG; 01.10.2010 - 31.03.2013

Funktionaler Anwendungsentwurf für verteilte Automatisierungssysteme FAVA

Der Wunsch, komplexe automatisierte Systeme und Anlagen (z.B. Produktionsanlagen) gesamtheitlich optimal zu betreiben, führt zu einer Zunahme der informationstechnischen Kopplungen zwischen vormals getrennten Regelungs- und Steuerungsaufgaben.

Bedingt durch die räumliche Ausdehnung der Anlagen führt ... mehr

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen  
Kooperationen: Robert Bosch LLC Research and Technology Center North America, Palo Alto  
Förderer: Industrie; 01.06.2009 - 31.12.2013

Modellierung, Analyse und optimale Ladestrategien für Lithium Ionen Batterien  
Today s Li-ion batteries for hybrid and electric vehicles face serious challenges in meeting lifetime requirements. The objective of this project is to develop new electrochemical models that describe the dynamic behavior and aging of Li-ion batteries. Based on these models observers are designed ... mehr

---

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 ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen  
Projektbearbeiter: Development of asynchrone predictive control methods for network controlled systems  
Kooperationen: Prof. Frank Allgöwer, Universität Stuttgart; Prof. Lars Grüne, Universität Bayreuth; Universität Bayreuth, Mathematisches Institut, Prof. L. Grüne; Universität Stuttgart, Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik, Prof. F. Allgöwer  
Förderer: Sonstige; 01.12.2009 - 01.11.2013

Entwicklung asynchroner prädikativer Regelungsverfahren für digital vernetzte Systeme  
Ziel des vorliegenden interdisziplinären Kooperationsprojekts ist die Entwicklung innovativer asynchroner prädiktiver Regelungsverfahren für nichtlineare Systeme unter direkter Berücksichtigung nichtdeterministischer Netzwerke zur Informationsübertragung. Insbesondere sollen ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen  
Förderer: Haushalt; 01.12.2009 - 30.12.2013

Pfadverfolgung und Optimierende Regelung Nichtlinearer Systeme  
Viele praktische Regelungsaufgaben verlangen nicht die Stabilisierung eines festen (vorgegebenen) Arbeitspunkts, sondern den Entwurf einer Regelung, welcher eine gegebene Gütefunktion optimiert oder das System einer zeitlich oder räumlich vorgegebenen Trajektorie folgen lässt. Erschweren kommt oftmals ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen  
Kooperationen: Bosch Batterie Systems; BOSCH RTC  
Förderer: Industrie; 01.01.2010 - 31.12.2014

Advanced Battery Control and Estimation  
There is a strong need for advanced control methods in battery management systems, especially in the plug-in hybrid and electric vehicles sector, due to cost and safety issues of new high-power battery packs and high-energy cell design. Limitations in computational speed and available memory require ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen  
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt/ohne Gutachtersystem); 01.12.2008 - 30.06.2013

Analysis and Modeling of Multisite Phosphorylation Processes  
Multisite phosphorylation is an important process in cellular information processing. It is known that mathematical models derived from this process can exhibit all sorts of complex dynamical behaviour (bistability, limit cycles, . . . ), where, in the context of information processing, bistability ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

Kooperationen: Prof. Dr. Dr. h.c Hans Georg Bock, Universität Heidelberg; Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer, Universität Stuttgart; Prof. Dr.-Ing. Sebastian Engell, Universität Dortmund; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Marquardt, RWTH Aachen

Förderer: DFG; 01.01.2012 - 31.12.2014

Effiziente robuste nichtlineare prädiktive Regelung mit Stabilitäts- und Lösbarkeitsgarantie unter Betrachtung verschiedener Zeitintervalle

In den letzten Jahrzehnten gab es außergewöhnliche Fortschritte sowohl in theoretischen als auch in anwendungsbezogenen Fragestellungen im Bereich der prädiktiven Regelung. Zum jetzigen Zeitpunkt gilt die prädiktive Regelung als eines der vielversprechendsten Verfahren um komplexe, nichtlineare Prozesse ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

Kooperationen: Universität Bayreuth, Mathematisches Institut, Prof. L. Grüne; Universität Stuttgart, Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik, Prof. F. Allgöwer

Förderer: DFG; 01.01.2011 - 31.12.2013

Entwicklung dezentraler asynchroner prädiktiver Regelungsverfahren für digital vernetzte Systeme (ASYPRED-DEZYPRED)

Aufgrund der Fortschritte im Bereich der Informationstechnologie bestehen heutige Regelungsstrukturen für komplexe Systeme oftmals aus einer Reihe von Einzelregelkreisen, welche durch Informationsnetzwerke verkoppelt sind. Beispiele hierfür sind komplexe chemische Anlagen, deren Anlagenkomponenten oftmals ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

Förderer: Industrie; 01.06.2011 - 30.05.2014

Fault Detection of Hydraulic Systems

In technischen Prozessen sind Parameter, wie zum Beispiel Reibkoeffizienten mechanischer Baugruppen oft nicht exakt bekannt, sondern durch die Angabe eines Bereiches beschrieben, in dem die Werte der Parameter liegen. Für die modellbasierte Regelung und die Fehlerdiagnose ist eine ... mehr

---

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 ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

Kooperationen: Dr. Eric Bullinger, Glasgow University; Dr. Sandro Bosio; Prof. Robert Weismantel

Förderer: Haushalt; 01.12.2009 - 31.12.2013

Parameteridentifikation, Modellverifikation und Experiment Design biochemischer Reaktionsnetzwerke

Current approaches to parameter estimation and model invalidation are often inappropriate for biochemical reaction networks. This is because often only noisy measurements and sparse experimental data is available, and since this does not take the special structure of biochemical reaction networks into ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

Kooperationen: Prof. Georg Schitter, Delft University; Robert Bosch AG, Stuttgart

Förderer: Haushalt; 01.12.2008 - 01.12.2013

Regelung schneller mechatronischer Systeme unter Beschränkungen

Viele mechatronische Systeme sind stark nichtlinear und unterliegen Begrenzungen an die Zustands- und Eingangsgrößen. Im Rahmen dieses Projekts werden optimierungsbasierte Regelungsverfahren und Methoden entwickelt, welche sich auf schnelle mechatronische Systeme anwenden lassen und diese Beschränkungen ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

Förderer: Industrie; 01.01.2012 - 30.12.2014

Set-Based Approaches for Battery Systems

There is a strong need for advanced control methods in battery management systems, especially in the plug-in hybrid and electric vehicles sector, due to cost and safety issues of new high-power battery packs and high-energy cell design. Limitations in computational speed and available memory require ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeiter: Sommer, Steffen

Förderer: Haushalt; 01.01.2013 - 31.12.2014

Auto-Tuning von Mehrgrößenreglern

Innerhalb dieses Projektes werden Auto-Tuning-Methoden zum Entwurf von Mehrgrößenreglern für komplexe technische Systeme entwickelt. Der Vorteil solcher Strategien liegt darin, dass für den Reglerentwurf kein Prozessmodell benötigt wird. Ein typisches Anwendungsgebiet ist die Reaktivdestillation.

---

Projektleiter: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeiter: Kunde, Christian

Kooperationen: Jun.-Prof. Dr. Dennis Michaels, TU Dortmund; Prof. Dr. Robert Weismantel, Institut für Operations Research, ETH Zürich

Förderer: DFG; 01.01.2010 - 31.12.2013

Globale Optimierung von integrierten flüssigen Mehrphasensystemen

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. Dazu sind zunächst ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeiter: Kunde, Christian

Kooperationen: apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Mangold, MPI Magdeburg

Förderer: Haushalt; 01.01.2013 - 30.09.2015

Nichtlineare Analyse und Modellreduktion eines LDPE-Polymerisationsreaktors

LDPE ("low-density polyethylene") wird häufig in langen rohrförmigen Reaktoren hergestellt. Die Reaktionswärme der stark exothermen Polymerisationsreaktion wird dabei über die Rohrwand an ein Kühlmedium abgegeben. Die gegenseitige Beeinflussung von Strömungsbedingungen und Reaktionsfortschritt und deren ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. André Franz

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2009 - 31.12.2013

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 ... mehr

---

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 - 30.06.2015

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 ... mehr

---

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 ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Thomas Müller

Förderer: Bund; 01.01.2013 - 31.12.2014

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 ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeiter: Sommer, Steffen

Förderer: Haushalt; 01.01.2013 - 31.12.2014

Regelung von Energiesystemen

Schwerpunkte dieses Projektes sind die Entwicklung neuer Regelungskonzepte für Microgrids und deren Optimierung.

Microgrids sind lokale Energiesysteme, welche Energiegewinnung, -speicherung und Verbraucher beinhalten. Aufgrund der Integration erneuerbarer Energien gewinnen sie immer mehr an Bedeutung. ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeiter: Suvarov, Paul

Kooperationen: Prof. Alain Vande Wouwer, University of Mons

Förderer: Haushalt; 01.01.2012 - 31.12.2014

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 ... mehr

---

Projektleiter: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Stefan Palis

Förderer: Haushalt; 01.07.2013 - 30.06.2015

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 ... mehr

---

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: DFG; 17.06.2013 - 16.06.2015

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 ... mehr

---

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 ... mehr

---

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

Kooperationen: Prof. Peter Scheurich, Universität Stuttgart

Förderer: 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, ... mehr