

# 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 oSensitivitätsanalyse
  - Systemtheoretische Methodenentwicklung für die Systembiologie und Biomedizin
- Anwendungen
  - Regelung schneller mechatronischer Systeme
  - Regelung und Überwachung chemischer Prozesse
  - Modellierung, Analyse und Therapieentwurf des kraftinduziertes Knochenwachstums

### 4. Forschungsprojekte

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

**Projektbearbeiter:** Prof. Christian Diedrich

**Kooperationen:** ifak e.V. Magdeburg - An-Institut für Automation und Kommunikation; Kuka Systems GmbH

**Förderer:** Bund; 01.03.2008 - 28.02.2011

#### **AVILLUS - Angewandte Virtuelle Technologien im Produkt- und Produktionsmittelzyklus**

Als Beitrag zur Hightech-Strategie der Bundesregierung unterstützt der Industriekreis Augmented Reality mit seinem Positionspapier "Virtuelle Technologien und reale Produkte" die Weiterentwicklung virtueller Technologien. Diese Initiative fand Eingang in die Definition eines von vier Technologieverbänden im Rahmen von IKT2020, in dem das Projekt AVILLUS einen signifikanten Beitrag leistet. Das Projekt wird am ifak e.V. Magdeburg bearbeitet. Im Rahmen der engen Kooperation zwischen dem Lehrstuhl "Integrierte Automation" und dem ifak wird vor allem ein mechatronische Modell sowie die anwendungsbezogenen Themen der virtuellen Inbetriebnahme und der Austaktung von Fertigungszellen bearbeitet. Das Projekt AVILLUS wird durch Mitarbeiter des Lehrstuhl unterstützt.

---

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

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Matthias Mühlhause

**Förderer:** BMW/AIF; 01.05.2009 - 30.04.2011

**ALIFE - Automatisierung im Lebenszyklus**

Produkt- und Produktions-Lifecycle-Prozesse treten immer mehr in den Fokus der Hersteller. Dabei gilt es die gesamten Daten der Produkte, Produktionseinrichtungen und den mit der Herstellung verbundenen Prozessen so verfügbar zu machen, dass jede Komponente und jeder technisch und organisatorische Prozess, wie z.B. Qualitätsmanagement und Instandhaltungsmanagement über den gesamten Lebenszyklus nachvollziehbar ist. Dies erfordert Informationen über den aktuellen Status des Produktionsprozesses in engem Zusammenhang mit strukturellen und beschreibenden Details der Maschinen, Anlagen und Automatisierungsmitteln. Ziel des beantragten Vorhabens ist die Schaffung einer auf wissensbasierten Methoden konfigurierbaren Interface-Komponente, die für die unterschiedlichen produktionstechnischen und betriebstechnischen Aufgabenstellungen sowohl online-Daten aus dem Produktionsprozess als auch Informationen über Maschinen und Anlagen aus Planung und Dokumentation akquirieren kann. Diese Interfacekomponente wird im Rahmen dieses Forschungsvorhabens als regelbasierter Automation Mapper bezeichnet.

---

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

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Franziska Wolf

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

**ASIMCF**

Das Gesamtziel des vom Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt geförderten Projektes ASIMCF (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. Dafür werden Anforderungen relevanter Zielgruppen mit technischen und organisatorischen Voraussetzungen von Mobilitätsdienstleistern abgestimmt. Ziel ist die diskriminierungsfreie und personalisierte Bereitstellung von intermodalen Verkehrsinformationen im Rahmen eines integrierten Informations- und Kommunikationskonzeptes auf verschiedenen Endgeräten.

---

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

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Thomas Hadlich

**Förderer:** DFG 01.10.2010 - 30.10.2012

**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 dies zu verteilten Automatisierungssystemen, in denen verschiedene Komponenten Automatisierungsaufgaben ausführen und miteinander über Kommunikationssysteme vernetzt sind.

Herkömmliche Entwurfsmethoden für Automatisierungssysteme fokussieren im Allgemeinen auf zentralistische Strukturen. Auch wenn es inzwischen erste Beschreibungsmittel für verteilte Automatisierungssysteme gibt, so fehlt es an einer Methodik für den systematischen Entwurf solcher verteilter Automatisierungssysteme.

"Systematisch" bedeutet dabei, einerseits die besonderen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen, die sich aus der Verteilung und den Kommunikationserfordernissen ergeben, zu berücksichtigen und andererseits Wiederverwendung von guten Lösungen zu fördern. In diesem Forschungsvorhaben soll eine solche Methodik entwickelt und evaluiert werden. Dafür werden die Systemelemente "Komponente", "Struktur" und "Kommunikation" durch Merkmale beschrieben.

Diese werden mit funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen, die in geeignet erweiterten Beschreibungsmitteln dokumentiert werden, in Beziehung gesetzt.

Dem Ziel der Wiederverwendung soll dadurch Rechnung getragen werden, dass mögliche Automatisierungslösungen in Form von Entwurfsmustern dargestellt werden, die einerseits auf diese Merkmale referenzieren und andererseits diese erweiterten Beschreibungsmittel verwenden.

Die Eignung dieses Ansatzes, den Entwurfsprozess zielgerichtet zu leiten und zu unterstützen, soll in diesem Vorhaben erforscht werden. Die Schwerpunkte des Instituts für Automatisierungstechnik (IFAT) im Projekt sind Engineeringmethoden für Automatisierungssysteme, Kommunikationstechnik, Softwareentwicklungsprozesse für automatizationstechnische Anwendungen und Informationsmanagement, insbesondere formalisierte Beschreibungen sowie Geräte- und Produktdatenbeschreibungen. Das Projekt wird gemeinschaftlich mit dem Lehrstuhl für Informationstechnik im Maschinenwesen der TU München und der Professur für Automatisierungstechnik der

Universität der Bundeswehr Hamburg bearbeitet. (Gemeinsame Projekt-Webseite)

---

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

**Förderer:** BMW/AIF; 01.09.2009 - 31.08.2011

**MERTUM - Merkmaleleisten in PLT-Beschaffungsprozessen für Unternehmen im Mittelstand**

In vielen Bereichen der Automatisierungstechnik gewinnt der effiziente Informationsfluss zwischen verschiedenen Lebenszyklusphasen, Werkzeugen und den agierenden Ingenieuren immer größere Bedeutung. Dabei besteht der Trend, Routinearbeiten des Engineerings durch automatisierte oder teilautomatisierte technische Abläufe abzulösen. Die hohen Innovationsraten und die steigende Komplexität der Geräte erschweren aber genau das dafür benötigte Verständnis der beteiligten Akteure, um einen verlustarmen Informationsfluss umzusetzen. Für Gerätehersteller bedeutet das eine ständige Aktualisierung seiner Produktdaten an die Anfrageformate seiner Kunden.

Forschungsziel ist es, methodische Unterstützung zu entwickeln und zu erproben, sowie eine semantische Plattform mit Software-Wizards zu konzipieren, zu entwerfen und prototypisch umzusetzen, die Entscheidungsunterstützung für Ingenieure bei der Auswahl, Übernahme und Weiterleitung von Informationen im automatisierungstechnischen Planungsumfeld ermöglichen. Der innovative Gehalt dieses Forschungsziels ergibt sich aus der angestrebten Brücke zwischen den strukturellen Produktmodellen und den Wissensmodellen semantischer Netze.

---

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

**Förderer:** BMW/AIF; 01.01.2010 - 31.10.2011

**PASS - Planungsassistenzsystem**

In vielen Bereichen der Automatisierungstechnik gewinnt der effiziente Informationsfluss zwischen verschiedenen Lebenszyklusphasen, Werkzeugen und den agierenden Ingenieuren immer größere Bedeutung. Insbesondere die stark arbeitsteiligen und iterativen Prozessschritte zwischen einzelnen Gewerken oder beteiligten Projektpartnern bergen hier eine hohe Komplexität zu Fragen der Vollständigkeit und Konsistenz verteilter Informationsquellen, die für einen Arbeitsschritt benötigt werden.

Forschungsziel des Projektes ist es, eine neuartige methodische Unterstützung bei der Detektion, Analyse und Bewertung bereits vorhandener Planungsinformationen für einen Arbeitsschritt zu entwickeln und zu erproben, die Planungsbüros eine Assistenz hinsichtlich der semantischen Zuordnung von Informationen zur Wiederverwendung für andere Arbeitsschritte und eine qualitative Folgenabschätzung bei der Weiterführung von Arbeiten bei einem gegebenen und unvollständigen Planungsstand zur Verfügung stellt. Der innovative Gehalt des Forschungsziels ergibt sich aus der Brücke von semantischer Zuordnung von Planungsinformationen zu Arbeitsschritten sowie der Assistenz zur Datenbestandsanalyse und Risikobewertung.

---

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

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Stephan Magnus

**Kooperationen:** Berner & Mattner Systemtechnik GmbH; Continental Automotive GmbH; Hochschule für angewandte Wissenschaften FH Ingolstadt; IPG Automotive GmbH

**Förderer:** BMW/AIF; 01.04.2010 - 31.10.2011

**VISAPS**

Die Anforderungen an Fahrzeugsicherheitssysteme aus wettbewerbs- und verkehrspolitischen Gründen steigen stetig. Aus Effizienz- und Kostengründen besteht jedoch die Notwendigkeit, neue Sicherheitsfunktionen durch Vernetzung einzelner Systeme zu entwickeln. Im Rahmen des Teilprojekts sollen bereits bestehende Funktionen (Aktive und Advanced Crash Detection) überprüft und ggf. optimiert sowie neue Funktionen, v. a. zur Unfallvermeidung (Crash Avoidance), entwickelt werden. Basis für die Funktionserweiterung bilden neuartige Entwicklungsprozesse, bei welchem die neuen Funktionsanforderungen an das Airbagsteuergerät Software Design, die Softwareimplementierung sowie die Steuergeräteeinzel- und Integrationstests zu definieren sind.

Aktuell wird die Vernetzung innerhalb des Fahrzeugs standardmäßig über CAN gewährleistet. Gerade im Hinblick auf die Verarbeitung größerer Datenmengen sowie der verbesserten Übertragungssicherheit, ist eine Verwendung von z. B. FlexRay denkbar, was ebenfalls im vorliegenden Teilprojekt erprobt wird.

---

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

**Kooperationen:** Robert Bosch LLC Research and Technology Center North America, Palo Alto

**Förderer:** Industrie; 01.06.2008 - 30.05.2011

**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 that allow to estimate the state of charge, as well as the aging state of the batterie. Utilizing the derived models and observers, furthermore, optimal charging strategies for the batterie should be obtained.

---

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

**Kooperationen:** Dr. Ronald Bronsaer, Dr. Alexander Götz, Dr. Sandrine Sanchez, CellMade SAS, Archamps, France; Prof. Dr. Heike Mertsching, Dipl. Ing. Jan Hansmann, Dep. Tissue Engineering, Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering, Stuttgart; Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer, Universität Stuttgart; Prof. Joachim Spatz, Dr. Ralf Kemkemer, Dr. Frauke Gräter, Department of New Materials and Biosystems, Max-Planck-Institute for Metals Research, Stuttgart; Prof. Klaus Pfizenmaier, Dr. Angelika Gläusser, Dr. Oliver Schlicker Institute of Cell Biology and Immunology and Central Microscopy Facility, Center Systems Biology (CSB), Universität Stuttgart

**Förderer:** Bund; 01.07.2009 - 30.06.2012

**Systems Biology for tissue engineering of mesenchymal stem cells: Integrating novel experimental methods and mathematical models. Subproject**

The project addresses the development and integration of new experimental and theoretical tools to elucidate and consequently predict quantitatively mechanisms of adult stem cell differentiation subject to mechanical, biochemical and physical stimuli of the matrix. The ultimate aim is to apply the generated knowledge and established tools for tissue engineering of human mesenchymal stem cells (MSC) as a source for cartilage and bone replacement in regenerative medicine.

The project will combine High Throughput Screen (HTS) quantitative experimental methods, advanced material science technologies and high end tissue engineering with systems theory, mathematical modelling, continuum biomechanics and molecular simulation. The mathematical models of the signal pathways and the advanced continuum models that render the anisotropic mechanical force distributions impacting on the differentiating cells during tissue formation will provide a basis to guide and complement the experimental strategies. For this purpose new experimental methods will be developed for delivering the large data sets which will correlate defined extracellular biochemical and mechanical signals presented to MSC with responses of MSC in a quantitative manner. Therefore, a particular focus will be on the design of an extracellular environment which mimics the physiological context of stem cell renewal and differentiation systematically on the basis of cell biochips. The Biochips will be combined with optical microscopy for automated High-Throughput-Screens (HTS) of cell responses to systematic variation in presentation of biochemical and mechanical signals to cells. The obtained data sets will be the bases for identifying and finally predicting cell signalling pathways for MSC differentiation with the help of systems theory. Altogether, with the techniques developed, methods to determine optimum conditions for MSC proliferation and differentiation, respectively, should become available. In a more general perspective, the HTS quantitative experimental tools and mathematical models established will be of broad applicability for basic cell biology research and systems biology approaches on questions relating to, but not only, cell adhesion and differentiation. Moreover, as a further innovation, the project will provide both experimental and mathematical tools to assess the impact of mechanical forces on cell differentiation and their integration into models describing conventional, i.e. ligand induced signaling cascades. In this regard, systems biology acts as a key player in bridging the gap between the subcellular scale and the continuum approaches on cell/tissue level. As a long term goal, we plan to exploit the results for large scale osteogenic and chondrogenic precursor cell production suited for clinical application.

---

**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:** DFG 01.12.2007 - 01.11.2012

**Entwicklung asynchroner prädiktiver 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 Verfahren entwickelt und analysiert werden, mit denen Stabilität des geschlossenen Kreises trotz auftretender variabler Verzögerungen und möglicher Paketverluste rigoros garantiert werden kann. Daneben soll untersucht werden, wie mit Hilfe prädiktiver Methoden der Datenaustausch zwischen Regler, Sensor und Stellglied minimiert werden kann. Prädiktive Regelungsverfahren sind für die Betrachtung von Verzögerungen und Paketverlusten hervorragend geeignet, da sie, wie in diesem Antrag vorgeschlagen a) eine explizite Betrachtung der auftretenden asynchronen Strukturen erlauben und b) eine "Kompensation" der auftretenden Verzögerungen/Paketverluste im Rahmen der durchgeführten Prädiktion zur Stellsignalbestimmung erlauben. Die zu entwickelnden Regelungsverfahren sollen ähnlich universell einsetzbar sein wie traditionelle prädiktive Regelungsverfahren, und die asynchrone Struktur des digitalen Netzwerks bereits in der Entwurfsphase einbeziehen.

Das Projekt ist Teil des DFG-Schwerpunktprogramm 1305 "Regelungstheorie digital vernetzter dynamischer Systeme".

---

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

**Kooperationen:** Prof. Dr. Achim Kienle

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt/ohne Gutachtersystem); 01.05.2008 - 29.04.2011

**Entwicklung optimierungsbasierter Regelungsverfahren für eigenschaftsverteilte Systeme**

Viele technische und biologische Prozesse weisen eigenschaftsverteilte Strukturen auf. Beispiele hierfür sind Granulationsprozesse (Partikelgrößenverteilung), Kristallisationsprozesse (Kristallgrößenverteilung) oder biologische Prozesse wie die Virusreplikation (Altersverteilung der Zellen). Die Regelung solcher Prozesse zur Erzielung geeigneter Eigenschaftsverteilungen ist eine schwierige Problemstellung aufgrund der auftretenden Prozesskomplexität. Im Rahmen dieses Projekts sollen neue, optimierungsbasierte Regelungs- und Beobachtungsverfahren für eigenschaftsverteilte Systeme entwickelt und experimentell erprobt werden. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf der Garantie systemtheoretischer Eigenschaften wie Stabilität und Robustheit.

---

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

**Förderer:** Haushalt; 01.12.2007 - 01.12.2011

**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. Erschwerend kommt oftmals hinzu, dass Beschränkungen an die auftretenden Prozessgrößen strikt eingehalten werden müssen, und dass oftmals erhebliche Störungen auf das System einwirken. Im Augenblick gibt es kaum geeigneten Regelungsverfahren zur strukturierten Lösung dieser Problemstellung. Daneben sind Fragen der Art der zu betrachtenden Stabilität sowie Robustheit bei sich ständig ändernden Regelzielen bisher nur wenig betrachtet worden. Im Rahmen dieser Arbeit sollen geeignete Verfahren und Methoden zur Lösung dieser Fragestellung mit Hilfe optimierungsbasierter Regelungsverfahren entwickelt und sowohl auf Probleme aus der Prozessführung als auch zur Regelung schneller mechatronischer Systeme angewendet werden.

---

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

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt/ohne Gutachtersystem); 01.12.2008 - 30.11.2011

**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 is arguably of greatest importance. In the frame of this project the bistability of multisite phosphorylation is modeled, examined, and experimentally verified.

---

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

**Kooperationen:** Bayer Technology Services GmbH, BTS, Leverkusen; Celonic GmbH, Jilich; Prof. Dr. Bernd J. Fichtler, Universität Stuttgart; Prof. Dr. Klaus Pfizenmaier, Universität Stuttgart; Prof. Dr. med. Matthias

Schwab, Dr. Margarete Fischer-Bosch-Institut für Klinische Pharmakologie; Prof. Dr. Peter Scheurich, Universität Stuttgart; Prof. Dr. Rainer Helmig, Universität Stuttgart; Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer, Universität Stuttgart; Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Matthias Reuss, Universität Stuttgart

**Förderer:** Bund; 01.07.2008 - 30.06.2011

**Ein Systembiologischer Ansatz zur prädiktive Krebstherapie: Entwicklung systemtheoretischer Methoden zur Unterstützung der Modellierung und Modellanalyse intrazellulärer und physiologischer Vorgänge**

Immuntherapeutische Ansätze mit rekombinanten Proteinwirkstoffen gelten als sehr aussichtsreiche Strategien zur wirksamen Bekämpfung von zur Zeit nicht oder nur ungenügend behandelbaren Erkrankungen. Proteintherapeutika haben dementsprechend einen exponentiell wachsenden Markt mit jährlichen Milliardenumsätzen allein der wenigen zugelassenen Medikamente. Dutzende von neuen Proteinwirkstoffen befinden sich z.Z. in der prä-/ klinischen Erprobung, wobei Voraussagen über grundsätzliche Wirksamkeit und optimale Behandlungsverfahren nicht gemacht werden können. Es ist das langfristige Ziel dieses Verbundprojektes, mit einem prädiktiven mathematischen Modell diesen Engpass zu beheben und dazu beizutragen, die klinische Erprobung neuer, potentiell tumorselektiver Proteintherapeutika zu verbessern und zu beschleunigen.

Im Rahmen dieses Projekts sollen neue Modellierungs- und Analysemethoden für Vorgänge auf der zellulären und physiologischen Ebene entwickelt und angewendet werden.

Methodisch stehen hierbei Fragestellungen der (optimalen) Bestimmung von Modellparametern, der Validierung von Modellhypothesen, der Untersuchung des Einflusses von Unsicherheiten und Parameterveränderungen im Vordergrund. Aufgrund der Komplexität der betrachteten Vorgänge ist es notwendig, Methoden zu entwickeln, die die auftretenden inhärenten Struktureigenschaften auf den einzelnen Modellierungsebenen explizit zu berücksichtigen und auszunutzen. Neben der Methodenentwicklung werden Modellierungsaufgaben auf der physiologischen und intrazellulären Ebene verfolgt. Hierbei werden die neu entwickelten Methoden und Verfahren eingesetzt und erprobt.

Das Projekt ist Teil der BMBF-Förderinitiative "Partner der Forschungseinheiten Systembiologie FCRSYS Partner

---

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

**Kooperationen:** Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer, Universität Stuttgart

**Förderer:** Sonstige; 01.06.2008 - 31.12.2011

**Modellierung und Analyse des kraftinduzierten Knochenwachstums**

Die Erkennung und Behandlung von Erkrankungen, die zu einer Schwächung des menschlichen Skeletts führen, gewinnen durch ihre große Häufigkeit gerade im Alter zunehmend an Bedeutung. Beispielhaft für solche Erkrankungen sei die Osteoporose genannt.

Entgegen der landläufigen Meinung ist das menschliche Skelett kein starres Gebilde, das sich nach dem kindlichen Wachstum nicht mehr verändert. Vielmehr ist es ein hoch dynamisches, sich in Struktur und Form lebenslang erneuerndes, umbauendes und veränderndes Gewebe. Neben hormonellen und metabolischen Einflüssen spielen hierbei mechanische Reize eine erhebliche Rolle. Erkenntnisse der letzten Jahrzehnte legen nahe, dass die Anpassung der Festigkeit von Knochen in erheblichem Maße von den auf sie wirkenden externen Kräften, insbesondere den auftretenden Muskelkräften, abhängen. So werden nach der sogenannten Mechanostat-Theorie Knochenstruktur, Knochengeometrie und Festigkeit so angepasst, bis die lokalen Belastungen im physiologischen Bereich liegen. Dieser Vorgang kann als biologischer Regelprozess betrachtet werden, bei dem vereinfacht bei einer zu hohen Belastung ein Knochenaufbau erfolgt, wohingegen bei zu geringer Belastung ein Knochenabbau stattfindet. Im Rahmen diese Forschungsprojekts werden mathematisches Modelle für das Knochenwachstum erstellt, welches neben hormonellen und metabolischen Einflüssen das Knochenwachstum durch mechanische Belastungen wiedergeben. Das Modell berücksichtigt die Interaktion der knochenaufbauenden Zellen, den sogenannten Osteoblasten, mit den knochenabbauenden Zellen, den sogenannten Osteoklasten.

Im Verlauf der letzten Jahre hat sich gezeigt, dass die Erstellung und Analyse geeigneter dynamischen Modelle erheblich zum Verständnis des Knochenwachstums und von hiermit in Verbindung zu bringenden Erkrankungen, wie der Osteoporose, beiträgt. Ein geeignetes Modell eröffnet zum Beispiel die Möglichkeit nachzuweisen, dass das Muskelsystem und die körperliche Aktivität einen weitaus größeren Einfluss auf das Skelettsystem haben, als die Aufnahme von Calcium über einem bestimmten Schwellwert. Ein dynamisches Modell erlaubt es auch, neue Therapieverfahren für den Knochenaufbau herzuleiten.

---

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

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

**Förderer:** Haushalt; 01.12.2007 - 01.12.2011

**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 account.

In the frame of this project net theoretical methods for model invalidity and parameter estimation, as well as experimental design for biochemical reaction networks are developed.

---

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

**Kooperationen:** INB Vision AG, Magdeburg; Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl für Technische Informatik, Prof. Michaelis; PSFU GmbH, Wernigerode

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2009 - 30.06.2011

**Roboterassistierte optische Prüftechnik**

Die Zielstellung des Verbundvorhabens ist die Forschung und Entwicklung eines technisch herausragenden Messverfahrens zur online-Inspektion komplex strukturierter Prüfteile in getakteten und kontinuierlichen Fertigungsprozessen und dessen Kopplung mit modernsten roboterassistierten Handling-Technologien basierend auf spezifischen CAD-Daten der Prüfteilegeometrien. Der angestrebte Lösungsansatz besteht in der Entwicklung eines für messtechnische Bewegungen optimierten optischen Messverfahrens und dessen flexiblen Kopplung mit modernsten roboterassistierten Handling-Technologien. Dabei sind z. B. die Stop-and-Go-Problematiken bestehender 3D-Messverfahren zu überwinden und im zeitlichen Verlauf der Messung die Scantrajektorien geeignet in eine hoch aufgelöste robuste Auswertung zu integrieren.

Die Zielsetzung ist, letztlich eine roboterassistierte Prüftechnik für online-Inspektionen zu entwickeln, die komplexe Prüfteile in typischen Taktzeiten der Automobil- und Zulieferindustrie bezüglich Normabweichungen und Fehler vollständig analysiert und dennoch einfach zu bedienen ist.

---

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

**Projektbearbeiter:** Christian Kunde

**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 problemangepasste Unter- und Überschätzer für die betrachteten nichtlinearen Funktionsbausteine zu entwickeln. Zur globalen Lösung der resultierenden konvexen Relaxierungen sollen anschließend neue leistungsfähige Algorithmen entwickelt werden. Als Anwendungsbeispiele werden zunächst die hybriden Trennprozesse aus dem Teilprojekt B3 des SFB/TR 63 (Kreis/Rüther/Górák) betrachtet.

Die Leitung des Projektes erfolgt in Kooperation mit Prof. Dr. Robert Weismantel (ETHZ).

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

---

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

**Kooperationen:** IPF Beteiligungsgesellschaft Reilingen; MTU CFC Solutions München; Prof. Sundmacher, MPI Magdeburg; WVI Senbüttel

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2008 - 31.12.2012

**Modellierung und Regelung von Brennstoffzellensystemen**

Ausgangspunkt der Untersuchungen sind rigorose mathematische Modelle von Brennstoffzellensystemen auf der Basis der physikalischen Grundgesetze. Diese sind jedoch häufig zu komplex für die modellgestützte Prozessführung. Weitere Forschungsaktivitäten betreffen deshalb die Entwicklung reduzierter dynamischer Modelle, sowie die Entwicklung moderner Methoden für die modellgestützte Prozessüberwachung, -steuerung und -regelung. Als



Anwendungsbeispiele werden Hochtemperaturbrennstoffzellen für die stationäre Energieerzeugung sowie PEM Brennstoffzellen für stationäre und mobile Anwendungen betrachtet.

---

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

**Kooperationen:** IIT Madras (Indien), Prof. Pushpavanam; Prof. Gilles, Dr. Kremmling, Dr. Gammel, MPI Magdeburg; Purdue University/USA, Prof. Ramkrishna

**Förderer:** Bund; 01.05.2008 - 31.12.2012

#### **Nichtlineare Dynamik zellulärer Systeme**

Eine charakteristische Eigenschaft zellulärer Systeme besteht in ihrer Fähigkeit durch interne Regulationsmechanismen auf veränderte Umgebungsbedingungen zu reagieren und dadurch ihr Überleben zu sichern. Während einzelne Regulationsmechanismen heute gut verstanden sind, fehlt noch ein grundlegendes Verständnis der Regulationsvorgänge im Gesamtzusammenhang. Zentrale Zielsetzung des geplanten Projektes ist ein verbessertes Verständnis des komplexen Verhaltens zellulärer Systeme. Dazu sollen die theoretischen Konzepte aus der nichtlinearen Dynamik - insbesondere der Bifurkations- und Stabilitätstheorie - eingesetzt werden. Als biologisches Modellsystem wird u.a. E. coli betrachtet. Experimentelle Beobachtungen zeigen, dass infolge der o.g. Regulationsmechanismen sowohl mehrfache stationäre Zustände als auch nichtlineare Oszillationen auftreten können. Die Ursachen dieser Phänomene sind heute nur unzureichend verstanden und sollen im Rahmen des geplanten Projektes näher untersucht werden. Ein grundlegendes Verständnis und die quantitative Vorhersage solcher Phänomene auf der Basis geeigneter mathematischer Modelle wird als wesentliche Grundlage für die Optimierung biotechnologischer Produktionsprozesse gesehen. Das Projekt ist Teil des Magdeburger Zentrums für Systembiologie (MaCS), welches vom BMBF im Rahmen der FCRSYS Initiative unterstützt wird.

---

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

**Kooperationen:** MPI Magdeburg, Prof. Reichel

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.07.2007 - 30.06.2012

#### **Populationsdynamische Modellierung von Infektionsvorgängen in Zellkulturen bei der Impfstoffproduktion**

Das vorliegende Projekt beschäftigt sich mit der populationsdynamischen Modellierung biotechnologischer Prozesse zur Produktion von Impfstoffen in Säuger-Zellkulturen. Als Anwendungsbeispiel wird die Produktion von Influenza A Viren in MDCK Zellen betrachtet. Mit Hilfe der populationsdynamischen Modellierung ist eine differenzierte Betrachtung der Zellpopulation möglich. Neben nichtinfizierten und infizierten Zellen, können letztere beispielsweise hinsichtlich des Infektionsgrades oder anderer zellinterner Größen unterschieden werden. Die entwickelten Modelle dienen einem verbesserten biologischen Verständnis und sollen längerfristig zur rechnergestützten Optimierung der Impfstoffproduktion eingesetzt werden. Experimentelle Untersuchungen zur Validierung der entwickelten mathematischen Modelle werden in der Gruppe von Prof. Reichel am MPI durchgeführt. Das Projekt ist Teil des vom Land Sachsen-Anhalt geförderten Exzellenzschwerpunktes 'Dynamische Systeme in Biologie/Medizin und Prozesstechnik'.

---

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

**Förderer:** Haushalt; 01.10.2007 - 30.09.2012

#### **Regelung von kontinuierlichen chromatographischen Prozessen**

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

**Kooperationen:** Prof. Findeisen, IFAT; Prof. Seidel-Morgenstern, MPI Magdeburg; Prof. Tsotsas, Jun. Prof. Peglow, Prof. Mörl, FVST

**Förderer:** Haushalt; 01.08.2007 - 31.07.2012

### **Regelung von Partikelsystemen**

Partikelbildende Prozesse spielen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie sowie in der Lebensmitteltechnologie eine wichtige Rolle. Typische Beispiele sind die Kristallisation und die Wirbelschichtsprühgranulation. Wichtige Aufgabenstellungen aus regelungstechnischer Sicht betreffen die Stabilisierung instabiler Betriebszustände und die gezielte Einstellung der gewünschten Produkteigenschaften. Dazu werden moderne modellgestützte Mess- und Regelverfahren entwickelt.

---

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

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2008 - 31.12.2012

### **Regelung von Reaktivdestillationsprozessen**

In einer Reaktivdestillationskolonne werden Reaktion und Stofftrennung kombiniert. Dies ist in vielen Fällen sehr wirtschaftlich im Vergleich zu konventionellen Prozessen, bei denen Stofftrennung und Reaktion separat durchgeführt werden. Das dynamische Verhalten von Reaktivdestillationsprozessen ist aber sehr komplex, gerade während des Anfahrvorganges, da sich alle Prozessvariablen zeitlich ändern. Der Anfahrprozess ist von ökologischer und wirtschaftlicher Bedeutung, da das Produkt während dieser Betriebsphase entsorgt werden muss. Innerhalb dieses Projektes soll das Anfahrproblem von Reaktivdestillationskolonnen mit Hilfe geeigneter Regelungsstrategien gelöst werden. Weitere Aufgabenstellungen betreffen das Autotuning von Arbeitspunktreglern und die Reglerstruktursynthese.

---

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

**Kooperationen:** BASF AG Ludwigshafen-Germany; Prof. Hadkusch, MPI Leipzig; Prof. Jahn, Universität Saarbrücken; Prof. Sundmacher, Lehrstuhl für Prozesstechnik (Uni Magdeburg) und Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme

**Förderer:** Bund; 01.11.2007 - 30.06.2012

### **Simulation of Particle Populations in Turbulent Flows**

The interaction of crystal formation and fluid dynamics is considered. An industrial crystallizer for urea production is used as an application example. The project's objectives are the development of reduced models for process control purposes.

---

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

**Kooperationen:** Astra Zeneca; Bayer AG Prof. Davey, University of Sheffield; Prof. Mazzotti, ETH Zürich; Prof. Panke, ETH Zürich; Prof. Seidel-Morgenstern, MPI

**Förderer:** EU; 01.06.2008 - 31.05.2011

### **Synthesis of Integrated Processes for the Production of Pure Enantiomers**

Enantiomers are isomers of extreme relevance in the production of pharmaceuticals and fine chemicals. The objective of this project is to improve the production of pure enantiomers by clever combinations of reaction and separation steps. First promising results were obtained for the combination of racemization reactions and chromatographic separation techniques including SMB, SSR, and elution chromatography.

---

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

**Kooperationen:** J. Böhm, Rothenseer Generatorenfertigung GmbH, Magdeburg

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2008 - 31.12.2012

### **Energie-Management in der Produktion**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Strategien zur Energiekostenminimierung in Produktionsbetrieben. Viele Produktionsprozesse besitzen eine große Anzahl von Haupt- und Nebenverbrauchern. Diese sollen so beziehungsweise abgeschaltet werden, dass sich minimale Energiekosten ergeben. Zusätzlich müssen Nebenbedingungen bezüglich des Produktionsablaufes, der Temperatur, der Lüftung, der Beleuchtung, etc. eingehalten werden. Zur Lösung dieser Aufgabenstellung werden mathematische Modelle der betrachteten Produktionsprozesse erstellt und mit Hilfe von Methoden der gemischt-ganzzahligen Optimierung kostenoptimale Produktionsabläufe berechnet. Schwerpunkte zur Lösung der Problemstellung sind die mathematische Modellierung und Optimierung des vollständigen Produktionsprozesses sowie die reale Umsetzung des gewonnenen Energie-Management-Systems.

---

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

**Kooperationen:** NCL Punai/Indien, Dr. A. Kulkarni; Uni Magdeburg, Prof. Hauptmann

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2008 - 31.12.2012

#### **Untersuchung von gekoppelten Transport- und Reaktionsprozessen in Mikrokanälen**

Miniaturisierte Prozesssysteme spielen eine zunehmend wichtige Rolle in der chemischen, pharmazeutischen und biomedizinischen Industrie. Im Rahmen dieses Teilprojektes werden neue Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologie für die schnelle und kostengünstige Entwicklung neuer chemischer Prozesse untersucht. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine flexible Versuchsanlage zur Untersuchung der gekoppelten Transport- und Reaktionsprozesse in Mikrokanälen aufgebaut. Die Untersuchungen konzentrieren sich dabei auf eine heterogen katalysierte Flüssigphasenreaktion. Obwohl diese Klasse von Reaktionen ein hohes Anwendungspotential hat, wurde sie bisher kaum untersucht. Parallel zu den experimentellen Untersuchungen werden geeignete mathematische Modelle entwickelt und anhand von Messdaten validiert. In Kooperation mit dem Lehrstuhl für Mess- und Sensortechnik werden neue Sensoren für die online-Messung des Reaktionsfortschrittes erprobt.

## 5. Veröffentlichungen

### *Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften*

**Artsteina, Zvi; Rakovic, Sasa V.**

Set invariance under output feedback - a set-dynamics approach

In: International journal of systems science. - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 42.2011, 4, S. 539-555; [Link unter URL](#); 2011

**Borchers, Steffen; Bosio, Sandro; Findeisen, Rolf; Haus, Utz-Uwe; Rumschinski, Philipp; Weismantel, Robert**

Graph problems arising from parameter identification of discrete dynamical systems

In: Mathematical methods of operations research. - Berlin: Springer, Bd. 73.2011, 3, S. 381-400; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 0,848]

**Bück, Andreas; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos; Mangold, Michael; Kienle, Achim**

Model-based measurement of particle size distributions in layering granulation processes

In: American Institute of Chemical Engineers: AIChE journal. - Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, Bd. 57.2011, 4, S. 929-941; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 1,955]

**Cannon, Mark; Buerger, Johannes; Kouvaritakis, Basil; Rakovic, Sasa**

Robust tubes in nonlinear model predictive control

In: Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE transactions on automatic control. - New York, NY: Inst., Bd. 56.2011, 8, S. 1942-1947; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 1,952]

**Cannon, Mark; Kouvaritakis, Basil; Rakovic, Sasa; Cheng, Qifeng**

Stochastic tubes in model predictive control with probabilistic constraints

In: Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE transactions on automatic control. - New York, NY: Inst., Bd. 56.2011, 1, S. 194-200; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 1,952]

**Franz, André; Song, Hyun-Seob; Ramkrishna, Doraiswami; Kienle, Achim**

Experimental and theoretical analysis of poly( $\beta$ -hydroxybutyrate) formation and consumption in *Ralstonia eutropha*

In: Biochemical engineering journal. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 55.2011, 1, S. 49-58; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 2,193]

**Makarevich, Ekatarina; Shamardina, Vera; Palis, Frank; Palis, Stefan**

Development of optimal motion control of tower cranes

In: Elektrotechnon ta kompjutern sistemii. - Kyv, 3, S. 170-171; [Link unter URL](#); 2011; 2011

**Mangold, Michael; Fiewek, Silvia; Klein, Claf; Kienle, Achim**

A model for the freeze start behavior of a PEM fuel cell stack

In: Journal of fuel cell science and technology. - New York, NY: ASME, Bd. 8.2011, 3, S. 031006-1-031009; [Link unter URL](#); 2011

**Palacios, J G ; Kaspereit, Malte; Kienle, Achim**

Integrated simulated moving bed processes for production of single enantiomers

In: Chemical engineering & technology. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 34.2011, 5, S. 688-698; [Link unter URL](#); 2011

**Palacios, Javier Gardá; Kramer, Bernhard; Kienle, Achim; Kaspereit, Malte**

Experimental validation of a new integrated simulated moving bed process for the production of single enantiomers

In: Journal of chromatography. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 1218.2011, 16, S. 2232-2239; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 4,101]

**Paramasivan, Ganesh; Kienle, Achim**

Inferential control of reactive distillation columns - an algorithmic approach

In: Chemical engineering & technology. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 34.2011, 8, S. 1235-1244; [Link unter URL](#); 2011

**Sommer, Steffen; Müller, Peter; Kienle, Achim**

Iterative feedback tuning of PID controllers for reactive distillation processes - a comparison with relay feedback tuning

In: Industrial & engineering chemistry research. - Washington, DC: American Chemical Society, Bd. 50.2011, 16, S. 9821-9828; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 2,072]

#### *Originalartikel in begutachteten nationalen Zeitschriften*

**Diedrich, Christian; Lüder, Arndt; Hundt, Lorenz**

Bedeutung der Interoperabilität bei Entwurf und Nutzung von automatisierten Produktionssystemen

In: Automatisierungstechnik. - München: Oldenbourg, ISSN 0340-434x, Bd. 59.2011, 7, S. 426-438; [Link unter URL](#); 2011

**Diedrich, Christian; Mühlhause, Mathias**

Modellansätze für die digitale Fabrik Basic Concepts of the Digital Factory

In: Automatisierungstechnik. - München: Oldenbourg, ISSN 0340-434x, Bd. 59.2011, 1, S. 18-25; [Link unter URL](#); 2011

#### *Originalartikel in begutachteten zeitschriftenartigen Reihen*

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

Towards global optimization of combined distillation-crystallization processes for the separation of closely boiling mixtures

In: 21st European Symposium on Computer Aided Process Engineering; Pt. A. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, ISBN 978-0-444-53711-9, S. 552-556; Computer-aided chemical engineering; 29, 2011  
Kongress: ESCAPE; 21 (Chalkidiki, Greece): 2011.05.29-06.01; 2011

**Borchers, Steffen; Rakovic, Sasa V. ; Findeisen, Rolf**

Set membership parameter estimation and design of experiments using homothety

In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, 2011. - [s.l.]: IFAC PapersOnLine, ISBN 978-3-902661-93-7, S. 9035-9040; [Abstract unter URL](#); 2011

**Faulwasser, Timm; Hagenmeyer, Veit; Findeisen, Rolf**

Optimal exact path-following for constrained differentially flat systems

In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, 2011. - [s.l.]: IFAC PapersOnLine, ISBN 978-3-902661-93-7, S. 9875-9880; [Abstract unter URL](#); 2011

**Findeisen, Rolf; Grüne, Lars; Pannek, Jürgen; Varutti, Paolo**

Robustness of prediction based delay compensation for nonlinear systems

In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, 2011. - [s.l.]: IFAC PapersOnLine, ISBN 978-3-902661-93-7, S. 203-208;

**Abstract unter URL; 2011**

**Klein, Reinhardt; Chaturvedi, Nalin A. ; Christensen, Jake; Ahmed, Jasim; Findeisen, Rolf; Kojic, Aleksandar**  
Optimal charging strategies in lithium-ion battery  
In: 2011 American Control Conference (ACC2011); 1. - Piscataway, NJ IEEE, S. 382- 387; [Link unter URL](#); 2011

**Kögel, Markus; Blind, Rainer; Allgöwer, Frank; Findeisen, Rolf**  
Optimal and optimal-linear control over lossy, distributed networks  
In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, 2011. - [s.l.]: IFAC PapersOnLine, ISBN 978-3-902661-93-7, S. 13239-13244; [Abstract unter URL](#); 2011

**Kögel, Markus; Findeisen, Rolf**  
A Fast Gradient method for embedded linear predictive control  
In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, 2011. - [s.l.]: IFAC PapersOnLine, ISBN 978-3-902661-93-7, S. 1362-1367; [Abstract unter URL](#); 2011

**Mühlhause, Mathias; Michelis, A. ; Krappe, H. ; Diedrich, Christian**  
Flexibles Integrationswerkzeug zur Anwendung standardisierter Beschaffungsvorgänge für Gerätehersteller  
In: Automation 2011. - Düsseldorf: VDI-Verl., ISBN 978-3-18-092143-3, S. 307-310; VDI-Berichte; 2143  
Kongress: Automation 2011; 12 (Baden-Baden): 2011.06.28-29; 2011

**Müller, Thomas; Dürr, Robert; Isken, Britta; Schulze-Horsel, Josef; Reichl, Udo; Kienle, Achim**  
Population balance modelling of influenza virus replication during vaccine production - influence of apoptosis  
In: 21st European Symposium on Computer Aided Process Engineering; Pt. B. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, ISBN 978-0-444-54298-4, S. 1336-1340; Computer-aided chemical engineering; 29, 2011  
Kongress: ESCAPE; 21 (Chalkidiki, Greece): 2011.05.29-06.01; 2011

**Rakovic, Sasa V. ; Kern, Benjamin; Findeisen, Rolf**  
Practical robust positive invariance for large-scale discrete time systems  
In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, 2011. - [s.l.]: IFAC PapersOnLine, ISBN 978-3-902661-93-7, S. 6425-6430; [Abstract unter URL](#); 2011

**Rakovic, Sasa V. ; Kouvaritakis, Basil; Cannon, Mark; Panos, Christos; Findeisen, Rolf**  
Fully parameterized tube MPC  
In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, 2011. - [s.l.]: IFAC PapersOnLine, ISBN 978-3-902661-93-7, S. 197-202; [Abstract unter URL](#); 2011

**Rumschinski, Philipp; Laila, Dina Shona; Findeisen, Rolf**  
Set-based parameter estimation for symmetric network motifs  
In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, 2011. - [s.l.]: IFAC PapersOnLine, ISBN 978-3-902661-93-7, S. 10454-10459; [Abstract unter URL](#); 2011

**Sokolov, Sergiy; Mühlhause, Mathias; Diedrich, Christian; Fichtner, H.-P. ; Kaiser, M.**  
Rechnergestützte Assistenz zur Risikobewertung und zum Ableiten von Handlungsvarianten in der Anlagenplanung  
In: Automation 2011. - Düsseldorf: VDI-Verl., ISBN 978-3-18-092143-3, S. 161-164; VDI-Berichte; 2143  
Kongress: Automation 2011; 12 (Baden-Baden): 2011.06.28-29; 2011

**Varutti, Paolo; Findeisen, Rolf**  
Event-based NMPC for networked control systems over UDP-like communication channels  
In: 2011 American Control Conference (ACC2011); 4. - Piscataway, NJ IEEE, S. 3166 - 3171; [Link unter URL](#); 2011

**Herausgeberschaften**

**Kasper, Roland; Gabbert, Ulrich; Grote, Karl-Heinz; Karpuschewski, Bernhard; Lindemann, Andreas; Schmidt, Bertram; Tschöke, Helmut; Vajna, Sándor; Rose, Gerd; Jumar, Ulrich; Schenk, Michael; Schmucker, Ulrich**  
Forschung und Innovation - 10. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 27. - 29. September 2011. - Magdeburg: Univ.; 1 CD-

RCM; 12 cm, ISBN 978-3-940961-60-0, 2011

Kongress: Magdeburger Maschinenbau-Tage; 10 (Magdeburg): 2011.09.27-29; 2011

### ***Buchbeiträge***

**Cannon, Mark; Buerger, Johannes; Kouvaritakis, Basil; Rakovic, Sasa V.**

Robust tubes in nonlinear model predictive control

In: 8th IFAC Symposium on Nonlinear Control Systems 2010; Vol. 1. - Red Hook, NY: Curran, S. 208-213; [Link unter URL](#), 2011; 2011

**Faulwasser, Timm; Findeisen, Rolf**

Constrained output path-following for nonlinear systems using predictive control

In: 8th IFAC Symposium on Nonlinear Control Systems 2010; Vol. 2. - Red Hook, NY: Curran, S. 753-758; [Link unter URL](#), 2011; 2011

**Kishida, Masako; Rumschinski, Philipp; Findeisen, Rolf; Braatz, Richard D.**

Efficient polynomial-time outer bounds on state trajectories for uncertain polynomial systems using skewed structured singular values

In: IEEE International Symposium on Computer-Aided Control System Design (CACSD), 2011. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 216-221; [Abstract unter URL](#)

Kongress: CACSD; (Denver): 2011.09.28-30; 2011

**Kögel, Markus; Findeisen, Rolf**

Robust suboptimal control over lossy networks using extended input schemes

In: IEEE International Symposium on Computer-Aided Control System Design (CACSD), 2011. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 210-215; [Abstract unter URL](#); 2011

**Palis, Stefan; Förster, Niklas; Palis, Frank; Lehnert, Mario**

Lastpendelwinkeldämpfung für Offshore Drehkrane

In: Der Kran und sein Umfeld in Industrie und Logistik. - Magdeburg: LOGSCH, ISBN 978-3-930385-74-4, S. 93-104, 2011; 2011

### ***Artikel in Kongressbänden***

**Förster, Niklas; Palis, Frank; Palis, Stefan**

Load stabilisation of boom cranes on maritime vessels

In: Proceedings of the XXXIX Summer School "Advanced Problems in Mechanics", APM '2011. - St. Petersburg: Russian Academy of Sciences, S. 168-174; 2011

**Fruth, Jana; Münder, Richard; Gruschinski, Hannes; Dittmann, Jana; Karpuschewski, Bernhard; Findeisen, Rolf**

Sensitising to security risks in manufacturing engineering - an exemplary VR prototype

In: IWDE 2011: proceedings of the 2nd International Workshop on Digital Engineering 2011. - Magdeburg, S. 39-44; [Abstract unter URL](#); 2011

**Mühlhause, Mathias; Suchold, Nico; Diedrich, Christian**

Application of semantic technologies in engineering processes for manufacturing systems

In: 10th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems 2010. - Red Hook, NY: Curran, ISBN 978-1-617-82757-0, 2011  
Kongress: IMS, 10 (Lisbon): 2010.07.01-02; 2011

### ***Andere Materialien***

**Kögel, Markus; Findeisen, Rolf**

Fast predictive control of linear, time-invariant systems using an algorithm based on the fast gradient method and augmented Lagrange multipliers

In: 2011 IEEE International Conference on Control Applications (CCA 2010); 2. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 780-785;