

# HEINZ NIXDORF INSTITUT



Jahresbericht **2008**



HEINZ NIXDORF INSTITUT  
Universität Paderborn

## **HEINZ NIXDORF INSTITUT**

Interdisziplinäres Forschungszentrum für Informatik und Technik

Fürstenallee 11, 33102 Paderborn

Telefon +49 (0) 5251|60 62 11

Telefax +49 (0) 5251|60 62 12

<http://wwwwhni.uni-paderborn.de>

### **Mitglieder des Vorstands**

#### *Gruppe der Professoren:*

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier (Vorsitzender)\*

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier \*

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil \*

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus \*

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Sohler

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

\* Mitglieder im geschäftsführenden Vorstand

#### *Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiter:*

Dr. rer. nat. Matthias Fischer

Christoph Wenzelmann

#### *Gruppe der nichtwissenschaftlichen Mitarbeiter:*

Karsten Mette

#### *Gruppe der Studierenden:*

Simon Griwatz

### **Mitglieder des Kuratoriums**

#### *Von der Stiftung Westfalen benannt:*

Dr.-Ing. Horst Nasko, stv. Vorsitzender der Stiftung Westfalen

Heinz Paus, Bürgermeister der Stadt Paderborn

Prof. Dr. rer. nat. Hartwig Steusloff, Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung

#### *Von der Universität benannt:*

Prof. Dr. rer. nat. Thomas Lengauer Ph. D., Max-Planck-Institut für Informatik

Prof. Dr. rer. nat. Nikolaus Risch, Rektor der Universität Paderborn

Prof. Dr. Holm Tetens, Freie Universität Berlin

#### *Gemeinsam benannt:*

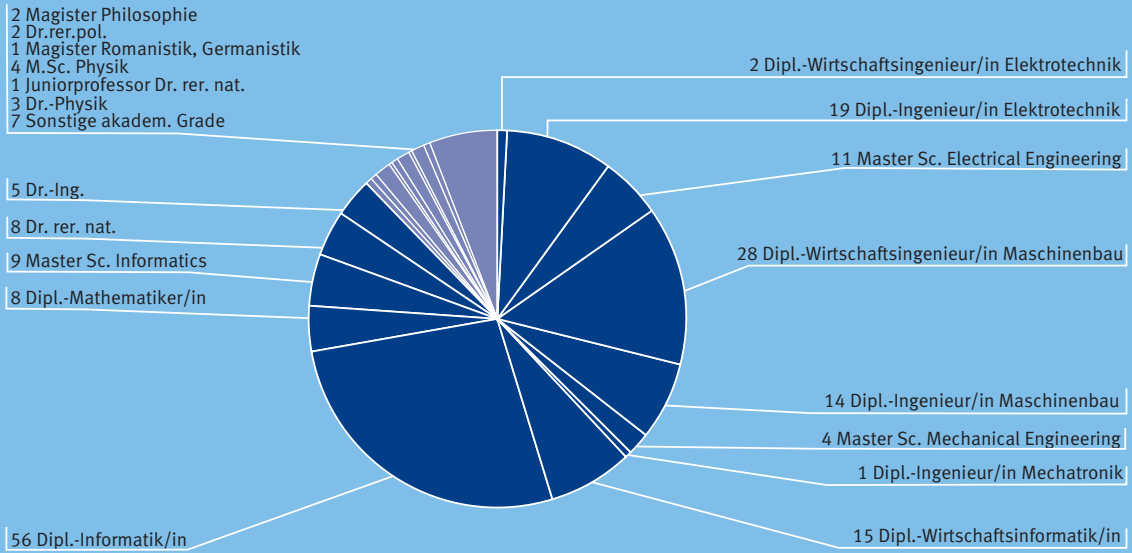
Prof. Dr. Otto K. Ferstl, Otto Friedrich Universität Bamberg

Prof. Dr. Klaus Waldschmidt, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper, Universität Stuttgart

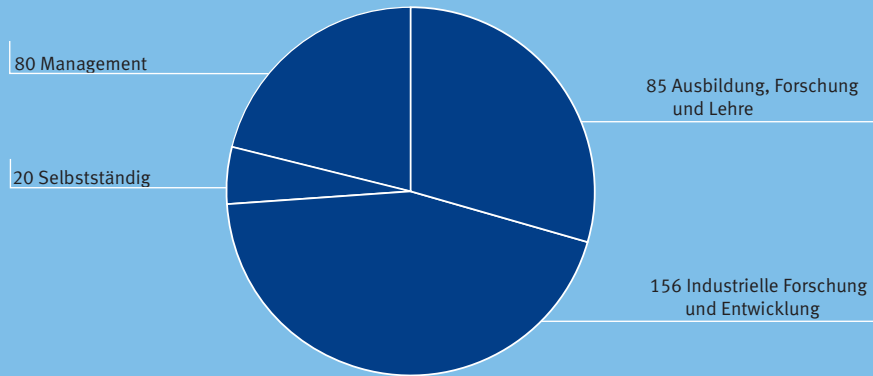
# Das Institut in Zahlen

## Akademisches Profil des interdisziplinären Instituts



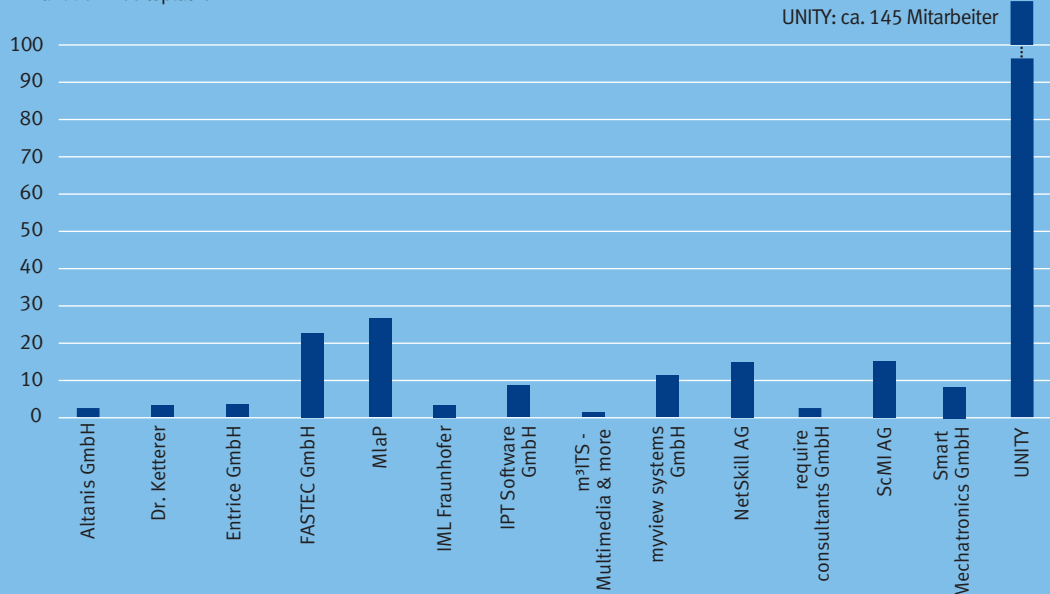
## Tätigkeitsbereiche promovierter Absolventinnen und Absolventen

(seit Gründung des Instituts 1987)

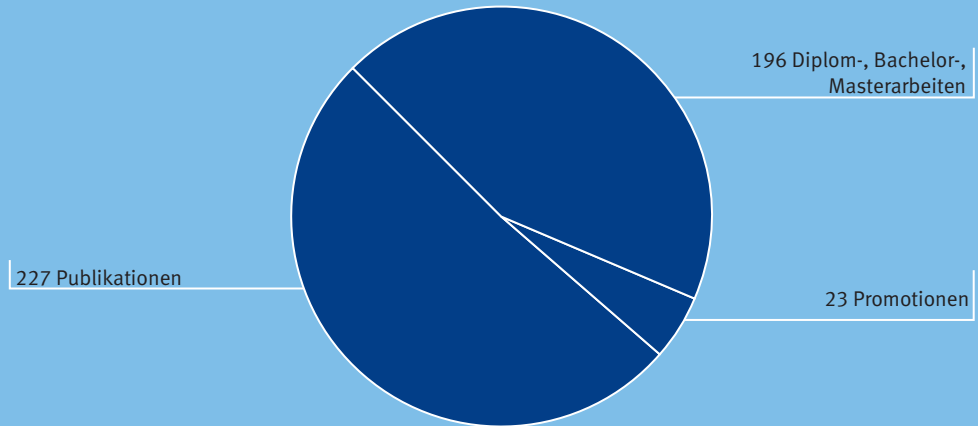


## Spin-Offs aus dem Heinz Nixdorf Institut

Anzahl der Arbeitsplätze



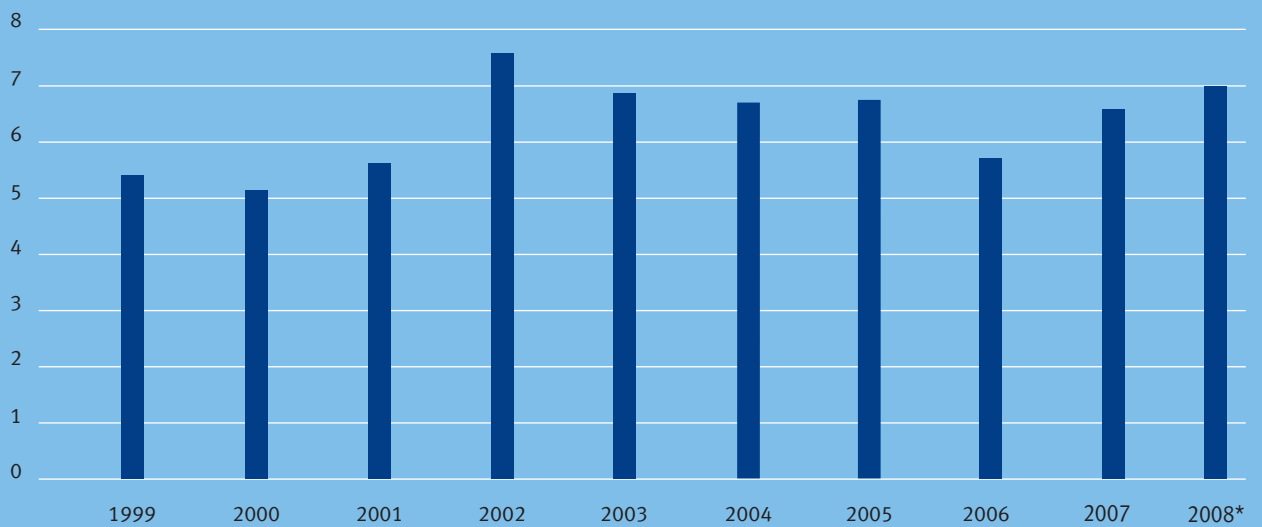
## Wissenschaftliche Arbeiten und Publikationen



## Drittmittel

Drittmittel in Mio. EURO

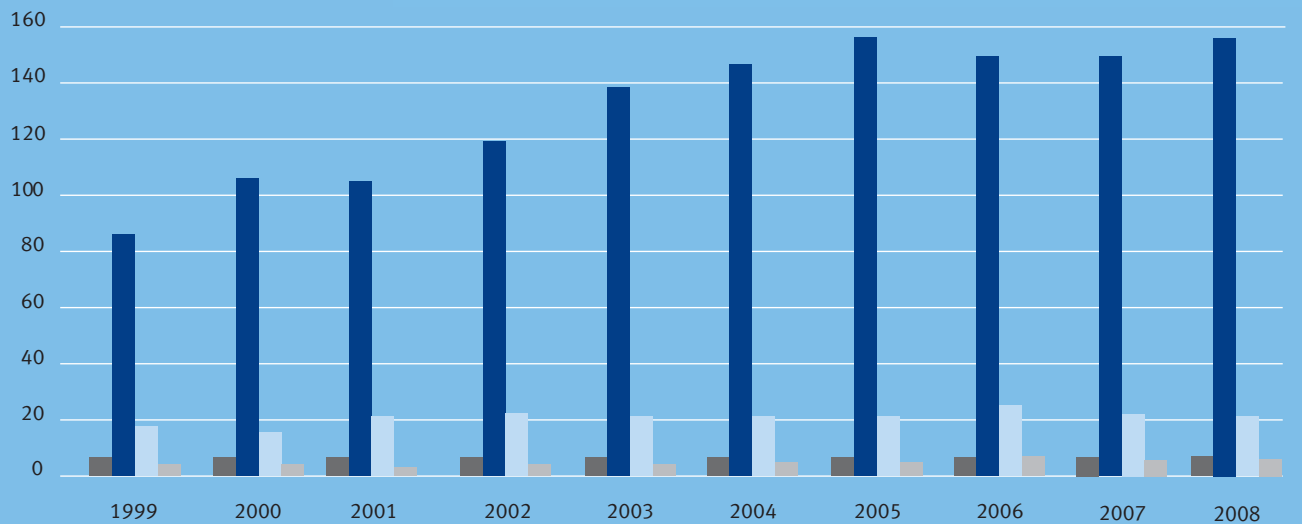
\*geschätzter Wert



## Anzahl der Beschäftigten

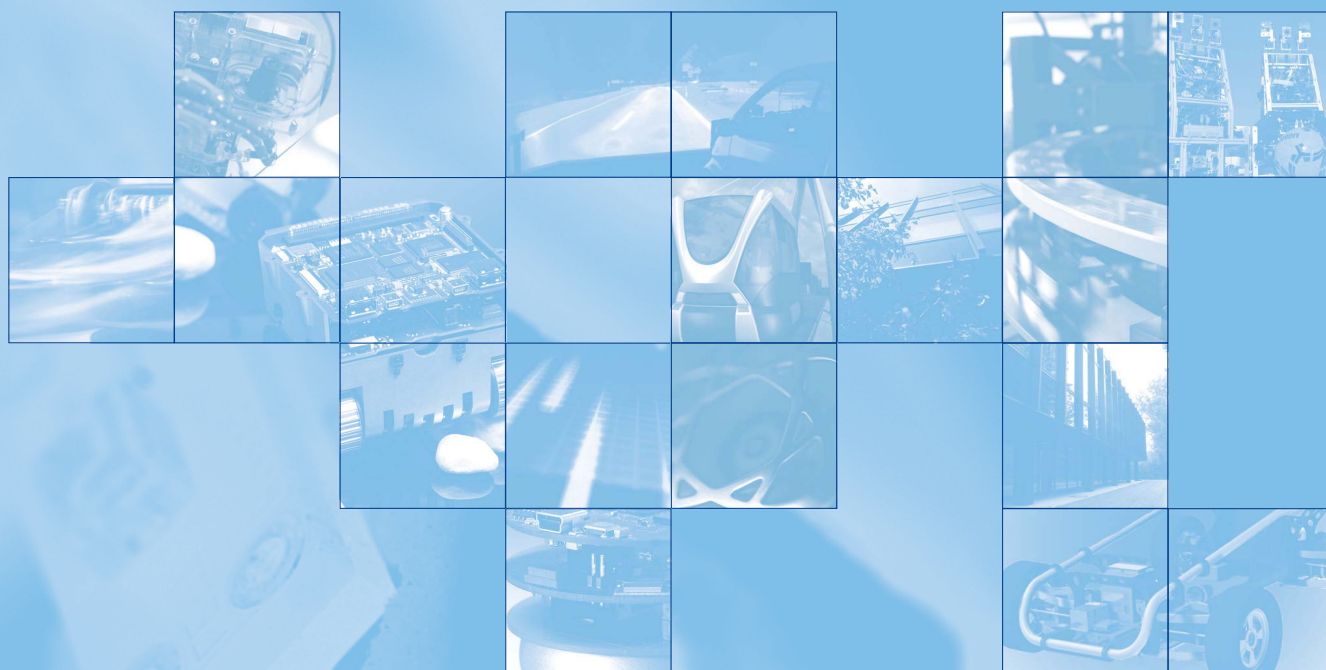
Anzahl der Beschäftigten

Professoren    wiss. Mitarbeiter    nichtwiss. Mitarbeiter    Auszubildende





# HEINZ NIXDORF INSTITUT



Jahresbericht **2008**



HEINZ NIXDORF INSTITUT  
Universität Paderborn

# Inhalt

## Allgemeine Darstellung

<b>Umschlag vorne</b>	<b>Das Institut in Zahlen</b>
<b>Seite 6</b>	<b>Das Leitbild des Instituts</b>
<b>Seite 8</b>	<b>Das Forschungsprogramm und Schwerpunktprojekte</b>
<b>Seite 16</b>	<b>Kompetenzzentrum Virtual Prototyping und Simulation</b>
<b>Seite 18</b>	<b>Internet-basierte Informations- und Vermittlungsdienste</b>
<b>Seite 20</b>	<b>Engagement in der Nachwuchsförderung</b>

## weitere Aktivitäten

<b>Seite 90</b>	<b>Publikationen</b>
	<b>Promotionen</b>
	<b>Messen, Tagungen, Seminare</b>
	<b>Patente, Preise, Auszeichnungen</b>
	<b>Weitere Funktionen</b>
	<b>Spin-Offs</b>
	<b>Aktuelle Forschungsprojekte</b>
	<b>Aktuelle Industriekooperationen</b>
	<b>Wissenschaftliche Kooperationen</b>
<b>Seite 118</b>	<b>So finden Sie uns</b>
<b>Seite 119</b>	<b>Impressum</b>

# Inhalt

## Fachgruppen des Instituts

Seite 26 **Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM**  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Seite 34 **Rechnerintegrierte Produktion**  
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Seite 42 **Informatik und Gesellschaft**  
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Seite 48 **Algorithmen und Komplexität**  
Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

Seite 54 **Entwurf Paralleler Systeme**  
Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Seite 62 **Schaltungstechnik**  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

Seite 70 **Regelungstechnik und Mechatronik**  
Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Seite 78 **Paralleles Rechnen**  
Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien

Seite 82 **Angewandte Physik/Integrierte Optik**  
Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Sohler

Seite 86 **Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik**  
Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

assozierte  
Fachgruppen



Heinz Nixdorf, † 1986

## Das Leitbild des Instituts

Wir erleben den Wandel von den nationalen Industriegesellschaften zur globalen Informationsgesellschaft. Informations- und Kommunikationstechnik durchdringt alle Lebensbereiche; die Grenzen von gestern verlieren ihre Bedeutung. Wir stellen aber auch fest, dass immer weniger Menschen Arbeit in den klassischen Bereichen der Industrie finden, weshalb viele den Wandel als Bedrohung empfinden und das Erreichte erhalten möchten. Die Entwicklung zur globalen Informationsgesellschaft eröffnet aber große Chancen und Gestaltungsmöglichkeiten. Es zeichnen sich neue Leistungsbereiche und Arbeitsplätze ab.

### **Symbiose von Informatik und Ingenieurwissenschaften**

Im Zentrum unserer Forschung steht die Symbiose von Informatik und Ingenieurwissenschaften. Daraus ergeben sich bedeutende Impulse für neue Erzeugnisse und Dienstleistungen für die globalen Märkte von morgen. Was wir tun, soll dazu beitragen, neue Arbeitsplätze zu schaffen und den Wohlstand zu erhalten.

Die Probleme, die wir zu lösen haben, sind komplex. Viele Einflüsse aus Naturwissenschaft, Technik, Ökonomie, Ökologie und dem gesellschaftlichen Umfeld sind zu berücksichtigen. Wir arbeiten interdisziplinär zusammen, weil wir sehen, dass sich nur so Lösungen für komplexe Probleme finden lassen.

### **Balance von Grundlagenforschung und angewandter Forschung**

Wir wollen ein führendes Forschungsinstitut sein. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, müssen wir der Praxis entscheidende Impulse geben können, aber auch die Probleme von morgen frühzeitig erkennen und an deren Lösung arbeiten. Grundlagenforschung, die neue Erkenntnisse bringt und neue Möglichkeiten eröffnet,

und angewandte Forschung, die einen aktuellen Praxisbezug aufweist, haben für uns den gleichen Stellenwert.

### **Engagement in der Nachwuchsförderung**

Wir engagieren uns intensiv in der Lehre und der Ausbildung unserer Studierenden, Doktorandinnen und Doktoranden mit dem Ziel, ihnen die erforderlichen Kompetenzen für die Gestaltung der Zukunft zu vermitteln.

### **Messbare Ziele**

Der Erfolg strategischen Agierens muss sich messen lassen; wir setzen uns drei Hauptziele:

- 1) Die Forschungsleistung soll hervorragend sein. Wir messen sie an unserem Drittmittelaufkommen, an der Anzahl der Promotionen und Habilitationen sowie an der Anzahl von Publikationen in angesehenen Organen.
- 2) Unsere Arbeit soll in der Wirtschaft zu innovativen Produkten, Dienstleistungen und Leistungserstellungsprozessen führen. Ein wichtiger Indikator ist die Anzahl der Ausgründungen.
- 3) Unsere Absolventinnen und Absolventen sollen einen adäquaten Arbeitsplatz in der Wirtschaft bzw. im wissenschaftlichen Umfeld erhalten.

Damit folgen wir der Intention von Heinz Nixdorf, dem Initiator unseres Instituts.





## Das Forschungsprogramm

Das wesentliche Handlungsfeld unseres Instituts ist die Forschung. In dem separaten Papier „Dynamik, Mobilität, Vernetzung: Auf dem Weg zu den technischen Systemen von morgen“ werden die Ziele und methodischen Ansätze der geplanten Forschungsaktivitäten ausführlich beschrieben. An dieser Stelle wird das Forschungsprogramm stark gekürzt wiedergegeben.

### Die Forschungsvision: „Things that think.“

Die technischen Systeme von morgen werden in der Lage sein, sich an wechselnde Betriebs- bzw. Umgebungsbedingungen selbstständig anzupassen, und zum Teil auch kognitive Fähigkeiten aufweisen – daher der Slogan: „Things that think.“ Sie werden aus Komponenten mit einer inhärenten Teilintelligenz bestehen. Diese Komponenten werden zu großen, häufig mobilen Gesamtsystemen vernetzt sein, die sich durch hohe Komplexität und Dynamik auszeichnen. Derartige Systeme werden nicht mehr durch globale Steuerung beherrschbar sein, vielmehr müssen lokale Strategien entwickelt werden, die zu global gutem Verhalten führen.

Der Entwurf, die Kontrolle und die Realisierung solcher technischer Systeme erfordern neuartige Herangehensweisen und stellen gerade die interdisziplinäre Forschung im Spannungsfeld zwischen Informatik und Ingenieurwissenschaften vor neue Herausforderungen.

### Die übergeordneten Ziele

#### **Innovationen für Wachstum und Beschäftigung**

Wir wollen aus der Symbiose von Informatik und Ingenieurwissenschaften innovative technische Systeme schaffen, die Nutzen stiften und Perspektiven für Wachstum und Beschäftigung eröffnen.

#### **Wir wollen eine neue Schule des Entwurfs der technischen Systeme von morgen.**

Die von uns betrachteten Systeme werden sich aus unserer Sicht durch Eigenschaften wie Dynamik, Mobilität und Vernetzung auszeichnen. Deshalb wollen wir Methoden und Techniken bereitstellen, die den Entwurf solcher „Things that think.“, ihre Vernetzung und ihre auf Selbstorganisation beruhende Kontrolle ermöglichen. In konkreten Anwendungen von hoher wissenschaftlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Relevanz wollen wir unsere Methoden und Techniken erproben und ihre Leistungsfähigkeit demonstrieren. Bei all diesen Forschungen verfolgen wir das Ziel, unsere Erkenntnisse und Erfahrungen in eine durchgängige Methodik, eine Schule des Entwurfs technischer Systeme von morgen, einmünden zu lassen.

#### **Wir wollen die Zukunft vorausdenken.**

Da es uns um die Systeme von morgen geht, müssen wir Vorstellungen über die Nutzenerwartungen und Bedürfnisse sowie über die technischen Möglichkeiten von morgen entwickeln. Wir erreichen das durch systematische Vorausschau, d.h. durch die Wahrnehmung und Antizipation der Entwicklungen von Märkten und Technologien. Auf diese Weise können wir heute an dem arbeiten, was morgen gefragt sein wird.

Wir verfolgen unsere Ziele in enger Kooperation mit der Wirtschaft und an vorderster Front der Forschung, eingebettet in internationale, nationale und inneruniversitäre Forschungsnetzwerke.

Prozess	Vorausschau: Strategische Technologieplanung, Frühaufklärung				
	Entwurfsmethodik: Spezifikation / Modellierung, Synthese, Analyse				
Technologie	1	2	3	4	5
Anwendung	Selbstkoord. u. -optimierung verteilter Systeme	Dienste in mobilen Systemen	Dynam. rekonfig. HW/SW-Systeme	Verteilte dynam. Datenräume	Visualisierung und Interaktion
A	Intelligente Maschinen	SFB 614	SFB 614	SFB 614	SFB 614
B	Intelligente Produktionsnetzwerke	AC/DC			AC/DC
C	Kooperative Netzwerke	Organic Computing	Organic Computing	Organic Computing	Organic Computing
D	Wissensbasierte soziotechnische Systeme			LOCOMOTION	LOCOMOTION

Struktur des Forschungsprogramms des Heinz Nixdorf Instituts und Positionierung von Schwerpunktprojekten in dieser Struktur

## Die Struktur des Forschungsprogramms

Unser Forschungsprogramm ist so strukturiert, dass sich klare Aufträge formulieren lassen, der Arbeitsfortschritt sichtbar und messbar wird und die Ergebnisse in der Wirtschaft sukzessive Nutzen stiften. Das Bild gibt diese Struktur wieder. Danach gliedern wir unser Forschungsprogramm entlang der drei Dimensionen *Technologie, Anwendung und Prozess (Systementstehung)*. Damit verknüpfen wir den Technology Push mit dem Market Pull und beschreiben, wie ein innovatives und erfolgversprechendes technisches System zu identifizieren und zu entwerfen ist. Die drei Dimensionen lassen sich wie folgt charakterisieren:

### Technologie

Darunter verstehen wir Maßnahmen, Verfahren etc., die dazu dienen, natur- und ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse für technische Systeme nutzbar zu machen. Unser Fokus liegt auf fünf Bereichen:

- Selbstkoordination und Selbstoptimierung verteilter Systeme
- Dienste in mobilen Systemen
- Dynamisch rekonfigurierbare HW/SW-Systeme
- Verteilte dynamische Datenräume
- Visualisierung und Interaktion

### Anwendung

Hier geht es uns um die Realisierung konkreter technischer Systeme, die Nutzen stiften bzw. Bedürfnisse erfüllen. Dies soll in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft erfolgen. Dadurch fördern wir den Erfahrungsaustausch mit der Praxis und validie-

ren die von uns erarbeiteten Verfahren. Aus heutiger Sicht sind für uns folgende vier Anwendungsbereiche relevant:

- Intelligente Maschinen
- Intelligente Produktionsnetzwerke
- Kooperative Netzwerke
- Wissensbasierte soziotechnische Systeme

### Prozess (Systementstehung)

Die Kreation der technischen Systeme von morgen erfordert zunächst einmal Phantasie und Vorstellungskraft, weil uns die Anwender von heute nicht sagen werden, welche Probleme sie morgen zu lösen haben und wie die entsprechenden Lösungen zu gestalten sind. Aber selbst wenn wir die Anforderungen an die Systeme von morgen kennen würden, fehlt es an einem Instrumentarium, solche Systeme, für die es heute kaum Vorbilder gibt, zu entwerfen. Daraus ergeben sich zwei Herausforderungen:

- Das Erkennen der Anforderungen an die Systeme von morgen; das erfordert Vorausschau.
- Entwurfsmethodik; hier geht es primär darum, eine neue Schule des Systementwurfs zu etablieren und Dritte in die Lage zu versetzen, die Systeme von morgen zu entwerfen.

Konkrete Forschungs- und Entwicklungsprojekte sind Zellen bzw. Cluster von Zellen des im Bild dargestellten Würfels. Derzeit existieren neben vielen kleineren und mittleren Projekten sechs Schwerpunktprojekte, die auf den folgenden Seiten beschrieben werden. Vier sind in dem Würfel eingeordnet, die zwei Weiteren sind die Projekte DELIS (kooperative Netzwerke) und Miniaturroboter BeBot (intelligente Maschinen und kooperative Netzwerke).

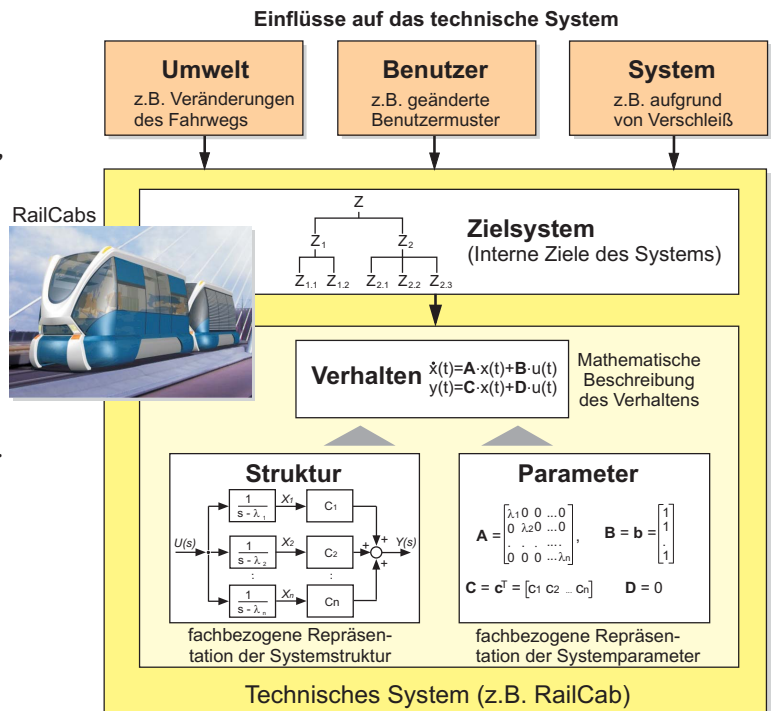


# SFB 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“

## Intelligente Maschinen für die Märkte von morgen

Moderne maschinenbauliche Erzeugnisse beruhen auf dem engen Zusammenwirken von Mechanik, Elektronik, Regelungstechnik und Softwaretechnik, was durch den Begriff Mechatronik zum Ausdruck kommt. Ein wesentlicher Treiber dieser Entwicklung ist die Informationstechnik, die künftig Maschinen mit einer inhärenten Teilintelligenz ermöglichen wird. Diese Perspektive bezeichnen wir als Selbstoptimierung. Unter Selbstoptimierung eines technischen Systems wird die endogene Änderung der Ziele des Systems auf veränderte Umfeldbedingungen und die daraus resultierende zielkonforme autonome Anpassung der Parameter und ggf. der Struktur und somit des Verhaltens dieses Systems verstanden.

Der im Juli 2002 gestartete SFB (Sprecher: Prof. Dr. -Ing. J. Gausemeier) verfolgt die langfristige Zielsetzung, das Wirkparadigma der Selbstoptimierung für den Maschinenbau zu erschließen und ein Instrumentarium zur Entwicklung derartiger Systeme zu schaffen. Das Instrumentarium besteht im Kern aus Vorgehensmodellen, Entwurfsmethoden und Software-Werkzeugen für Synthese und Analyse. Die Validierung erfolgt anhand von Demonstratoren, die die große Bandbreite des modernen Maschinen- und Fahrzeugbaus abdecken. Ein Demonstrator ist das System RailCab: Die Module Antriebs- und Bremssystem, Feder- und Neigesystem und Energiemanagement wie auch das Zusammenwirken dieser Module beruhen auf der Selbstoptimierung. Die Realisierung komplexer mechatronischer Systeme mit inhärenter Teilintelligenz erfordert ein geeignetes Strukturierungs- und Architekturkonzept für die Informationsverarbeitung.



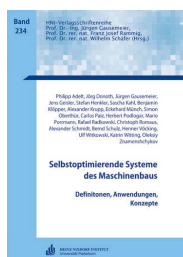
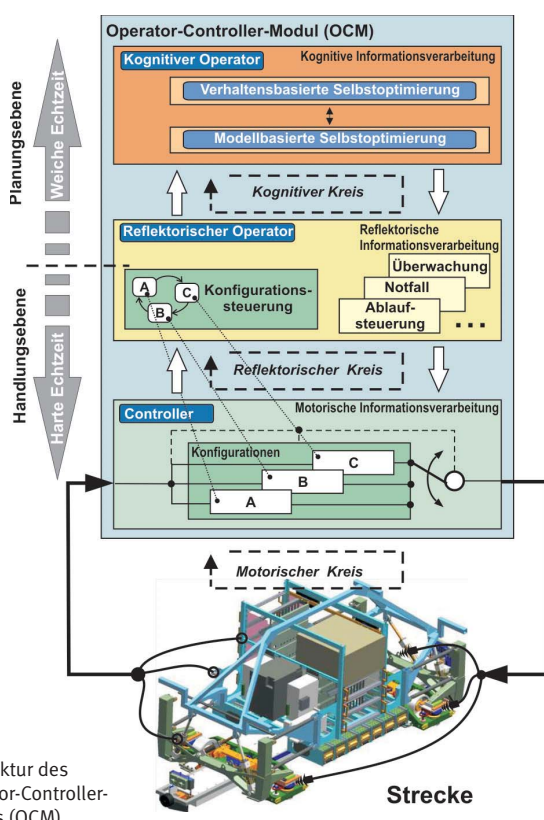
Aspekte eines selbstoptimierenden Systems

Hierzu wurde das Konzept des Operator-Controller-Moduls (OCM) entwickelt. Es entspricht aus informationstechnischer Sicht einem Agenten. Das Bild (links) zeigt seinen Aufbau. Demnach gliedert sich ein OCM in drei Ebenen.

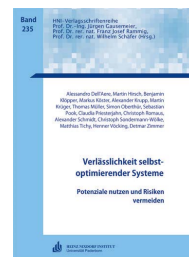
**Controller:** Dieser Regelkreis verarbeitet in direkter Wirkkette die Messsignale, ermittelt Stellsignale und gibt diese aus. Die Software auf dieser Ebene arbeitet quasi-kontinuierlich unter harten Echtzeitbedingungen.

**Reflektorischer Operator:** Er überwacht und steuert den Controller. Er modifiziert den Controller, indem er Parameter- oder Strukturänderungen initiiert.

**Kognitiver Operator:** Auf der obersten Ebene des OCM kann das System durch Anwendung vielfältiger Methoden (etwa Lernverfahren, modellbasierte Optimierungsverfahren oder den Einsatz wissensbasierter Systeme) Wissen über sich und die Umgebung zur Verbesserung des Verhaltens nutzen.



Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus - Definitionen, Anwendungen, Konzepte. HNI-Verlagschriftenreihe, Band 234, 2008



Verlässlichkeit selbstoptimierender Systeme - Potentiale nutzen und Risiken vermeiden. HNI-Verlagschriftenreihe, Band 235, 2008

# Organic Computing

Ein Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

Organic Computing ist eine anspruchsvolle Vision für zukünftige Informationsverarbeitungssysteme. Es basiert auf der Erkenntnis, dass wir schon bald von einer Vielzahl von autonomen Systemen umgeben sein werden, die ihre Umgebung wahrnehmen, frei kommunizieren und sich selbst organisieren können, um Aktionen und Dienste bereit zu stellen. Ein „Organic Computing System“ ist ein technisches System, das sich dynamisch an die aktuellen Bedingungen seiner Umgebung adaptiert. Es verfügt über die Eigenschaften selbstorganisierend, selbstkonfigurierend, selbstoptimierend, selbstheilend, selbstbeschützend, selbsterklärend und kontextbewusst zu sein.

Das Schwerpunktprogramm „Organic Computing“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) behandelt fundamentale Herausforderungen des Designs von Organic Computing Systemen; seine Zielsetzung ist ein tieferes Verständnis für die Emergenz globalen Verhaltens in selbstorganisierenden Systemen und das Design spezifischer Konzepte und Werkzeuge, um die Konstruktion von Organic Computing Systemen für techni-



Die „Paderkicker“

sche Anwendungen zu unterstützen. Es startete in 2005. Das Heinz Nixdorf Institut ist mit zwei Projekten beteiligt.

Im von Prof. Dr. Franz Rammig und Dr. Bernd Kleinjohann geleiteten Projekt „A Modular Approach for Evolving Societies of Learning Autonomous Systems“ geht es um die Entwicklung von selbstorganisierenden und selbstoptimierenden autonomen Systemen, die in Gruppen emergentes Verhalten aufweisen. Bisherige Ansätze befassen sich mit der Frage, wie einzelne Systeme Fehler behandeln und liefern erste Lösungen für individuelle Selbstadaptation. Es ist aber weiterhin eine offene Frage, wie individuelle Selbstadaptation das Verhalten und die Performanz von gesamten Gruppen beeinflusst. Wir untersuchen, wie ein System lernen kann, sich veränderlichen Umgebungen anzupassen und gleichzeitig das Verhalten der gesamten Gruppe zu berücksichtigen. Wir folgen einem modularen Ansatz, bei dem ein System ein Modell von sich selbst und seiner Umgebung einschließlich seiner Gruppenmitglieder lernt,

um entscheiden zu können welche Adaptions-Alternativen in spezifischen Situationen am vielversprechendsten sind. Zur Bewertung von Verhalten verfolgen wir dezentrale Bewertungsfunktionen, die auf sozio-biologischen Paradigmen wie Emotionen und Trieben beruhen. Dabei werden nicht nur das eigene Verhalten des jeweiligen Systems, sondern auch das seiner gesamten Gruppe und deren Ziele berücksichtigt. Um die Adaption des Verhaltens eines Systems zu beschleunigen, kombinieren wir individuelle Exploration mit der Imitation erfolgreichen Verhaltens anderer Gruppenmitglieder. Darüber hinaus untersuchen wir, wie sich Gruppenverhalten aus derartigen Imitationsverhalten entwickelt und wie sich derartiges emergentes Verhalten beispielsweise in Form von Gruppen-Clustering oder Performanz charakterisieren lässt. Der entwickelte modulare Ansatz wird simulativ und experimentell mithilfe des Paderkicker-Roboterfußball-Teams evaluiert.

Im von Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide und Prof. Dr. Christian Schindelhauer (Universität Freiburg, ehemaliges Mitglied des Heinz Nixdorf Instituts) geleiteten Projekt „Smart Teams: Local Distributed Strategies for Self-Organizing Robotic Exploration Teams“ wollen wir die algorithmischen Grundlagen für ein Szenario legen, in dem ein Explorationsteam von Robotern, wir nennen es ein Smart Team, sich selbst organisieren muss, um Aufgaben wie die Exploration von unbekanntem Gelände und Erledigung von Arbeiten in diesem Gelände zu erfüllen. Beispiele für solche Aufgaben sind Rettungsaktionen in gefährlichen Gebieten und Expeditionen in Ozeanen oder auf Planeten. Die Arbeit eines solchen Smart Teams muss von speziellen Strategien gelenkt sein, sowohl zur Exploration, als auch zur Auffindung wichtiger Objekte und zur Zuweisung von solchen Objekten zu Subgruppen von Robotern, die gemeinsam die Fähigkeiten haben dieses Objekt zu bearbeiten. Dass alle diese Aufgaben lokal, durch verteilte Strategien ausgeführt werden müssen, die auf einem mobilen Netzwerk von sich bewegenden Robotern agieren und die in einer robusten, effektiven Selbstorganisation des Teams resultieren muss, macht die zentrale Herausforderung dieses Projekts aus. Keiner dieser Roboter wird je mehr als ein sehr eingeschränktes, lokales Wissen über den globalen Zustand des Systems haben. Ihre Entscheidungen basieren lediglich auf ihren eigenen Beobachtungen und Entdeckungen, von denen ein global gutes Verhalten des gesamten Teams resultieren muss. Wir messen die Qualität dieser Strategien sowohl theoretisch, das heißt mit kompetitiver Analyse, als auch experimentell mit Hilfe unserer Simulationsplattform.



# Das europäische integrierte Projekt DELIS

## Dynamically Evolving Large-Scale Information Systems

Informationssysteme wie das Internet, das World Wide Web, Telekommunikations-Netzwerke, mobile ad-hoc Netzwerke oder Peer-to-Peer Netze haben mittlerweile ein Niveau erreicht, das es unmöglich macht, sie mit herkömmlichen Methoden zu verwalten. Die Gründe hierfür liegen zum einen in ihrer Größe – Millionen von Nutzern und Verbindungen –, zum anderen in ihrer Dynamik: Derartige Netze verändern sich ständig durch Einfügen, Modifizieren oder Löschen von Komponenten. Das Ziel, global optimale Strategien für die Verwaltung und Nutzung solcher Systeme zu entwickeln, ist deshalb aussichtslos.

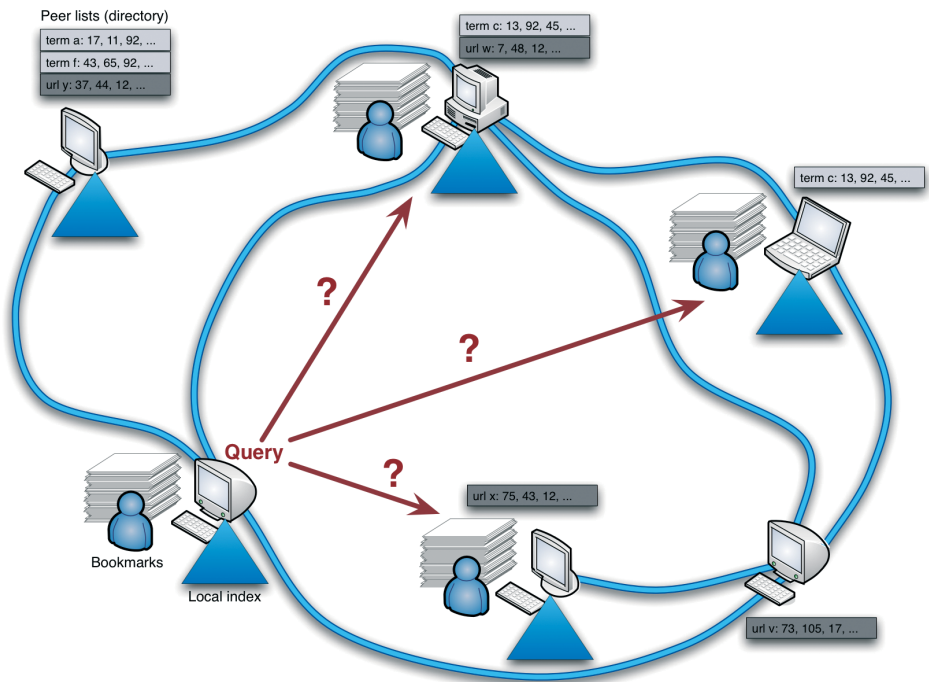
Im Projekt DELIS haben wir uns die Aufgabe gestellt, selbstregulierende und selbstreparierende Mechanismen zu entwickeln. Auf der einen Seite sind sie dezentralisiert, skalierbar und adaptiv zu Veränderungen des Systems. Auf der anderen Seite sollen sie zu global akzeptablem Verhalten führen und unerwünschte und instabile Situationen vermeiden.

Es hat sich gezeigt, dass Erkenntnisse über statistische Physik, Marktmechanismen, biologische und soziale Verhalten, mit fortgeschrittener algorithmischer Forschung in der Informatik, die passende Kombination von Fachwissen liefern, um Methoden, Techniken und Werkzeuge für die oben genannten Herausforderungen zu entwickeln.

Die wichtigsten Forschungsziele von DELIS lassen sich wie folgt beschreiben:

- Verständnis der Struktur, Selbstorganisation und Dynamik solcher "large scale" Informationssysteme, u.a. mit Hilfe von Methoden der statistischen Physik.
- Bereitstellung von Methoden, Techniken und Werkzeugen, die die Kontrolle und Optimierung solcher Systeme unterstützen. Hier werden u.a. "large scale" Optimierungsmethoden und Inspirationen aus der Biologie eingesetzt.
- Nutzung von Marktmechanismen und Methoden der Spieltheorie, um den Wettbewerb um Ressourcen wie Bandbreite, Rechenleistung oder Daten zu verstehen und zu organisieren.
- Bereitstellung von Plattformen für Experimente und prototypische Implementierungen unserer Forschungsergebnisse, um diese zu überprüfen, vergleichen und zugänglich zu machen.

Das primäre Anwendungsgebiet von DELIS ist eine dezentralisierte, selbstorganisierende Web-Suchmaschine basierend auf einer Peer-to-Peer-Architektur der Größenordnung des Internets. Dieser Ansatz besitzt das Potential, einen deutlich verbesserten Service als heutige Web-Suchmaschinen zu bieten. In unserer Architektur besitzt jeder Peer (z.B. der PC eines For-



Anatomie einer Peer-to-Peer basierten Web-Suchmaschine

schers oder eines Studierenden) eine vollständige Suchmaschine, die einen kleinen, den Interessen des Anwenders entsprechenden Teil des Webs indiziert. Anfragen werden automatisch unter den Peers weitergeleitet, um das Wissen im gesamten Netzwerk auszunutzen. Das Peer-to-Peer Netzwerk, das die einzelnen Suchmaschinen verbindet, wurde mit dem Ziel der extremen Robustheit gegen Netzwerkausfälle entworfen und nutzt Lokalität zwischen Peers im Netzwerk aus. Die beschriebene Architektur besitzt große Vorteile gegenüber bisherigen Architekturen:

- Es besteht die Möglichkeit Millionen von Computern zu nutzen und fortgeschrittene Verfahren des maschinellen Lernens oder der Computerlinguistik einzusetzen.
- Es ergibt sich das Potential der Personalisierung durch das Beobachten der Suchanfragen und des Benutzerverhaltens, ohne diese Daten an einen zentralisierten Server zu senden.
- Es bietet durch die pluralistische und dezentralisierte Infrastruktur eine Alternative zum Oligopol der wenigen großen Suchmaschinen und ist somit weniger anfällig für Zensur und kommerzielle Beeinflussung.

DELIS ist ein Konsortium von 20 Partnerinstitutionen aus 11 europäischen Ländern, das von Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide geleitet wird. Des weiteren ist Prof. Dr. Burkhard Monien an DELIS beteiligt. Das Projekt startete 2004 und endete im Februar 2008 mit einem kombinierten Workshop und Review in Barcelona.



# Miniaturroboter BeBot

## Versuchsträger für intelligente Maschinen und kooperative Netzwerke

Unser Anspruch ist eine neue Schule des Entwurfs intelligenter technischer Systeme. Daher benötigen wir ein avantgardistisches Basissystem, auf dessen Grundlage sich die Applikationen von morgen entwickeln und erproben lassen. Der von uns entwickelte Miniaturroboter BeBot ist dieses Basissystem. Er ist Versuchsträger für Applikationen, die auf modernen Ansätzen wie Selbstoptimierung, Selbstorganisation und Selbstkoordination beruhen, sowie für den Einsatz von neuen Fertigungstechnologien.

Ein Anwendungsszenario besteht darin, dass etwa 50 Roboter auf einer Fläche von 30 m<sup>2</sup> verteilte farbige Tischtennisbälle nach Farben sortiert einsammeln müssen. Der Clou ist, dass die Roboter verschiedene Rollen in Absprache miteinander einnehmen können. Implementiert sind diese Rollen durch ein automatisches Werkzeugwechselsystem: Ein Roboter kann entweder Schieber (für das Zusammenschieben großflächig verteilter Bälle), Greifer oder Transporter (Ladefläche für 4 Bälle) sein.

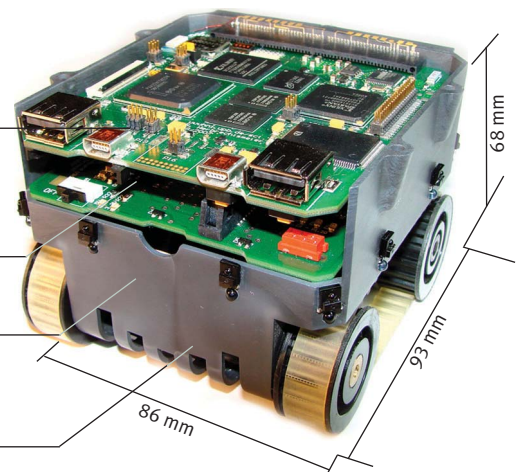
Jeder Roboter agiert als autonomer Agent. Mit Hilfe intelligenter Sensoren verschaffen sich die Roboter zunächst einen Überblick über die Umgebung, bewerten die Situation und verhandeln dann über die Erfüllung von Teilaufgaben. Die Aufgaben werden je nach Zielvorgabe (z.B. kurze Bearbeitungszeit; geringer Energiebedarf etc.) gelöst. Die Roboter sind dafür mit neuesten Technologien ausgestattet: USB, WLAN, Bluetooth und ZigBee zur Kommunikation, eine Digitalkamera, mehrere leistungsfähige Prozessoren, ein rekonfigurierbarer FPGA-Chip sowie 128 MB Arbeitsspeicher (erweiterbar auf 2 GB). Als Betriebssystem kommt Linux zum Einsatz. Zusammen mit Bibliotheken erleichtert Linux das Programmieren und den Zugriff auf die verschiedenen Roboter-Funktionen. Darüber

**Hauptplatine:** 300 MHz-Prozessor, Linux-Betriebssystem, 128 MB Arbeitsspeicher und FPGA-Prozessor für Echtzeit-Bildverarbeitung

**Basisplatine:** 75 MHz-Prozessor für Antriebssteuerung, Sensorauswertung und Energiemanagement

**Sensorik:** 12 Infrarot-Sensoren auf dem Gehäuse erfassen 360° der Umgebung

**Antrieb:** Zwei Elektro-Kleinstmotoren mit je 2,8 W Leistung und hohem Wirkungsgrad



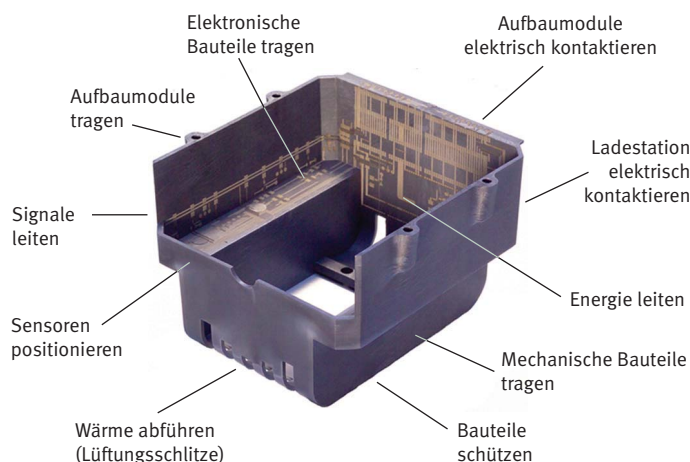
Autonomer Miniaturroboter BeBot (Basisfahrzeug)

hinaus werden echtzeitfähige Betriebssysteme (z.B. DREAMS) auf dem Roboter getestet.

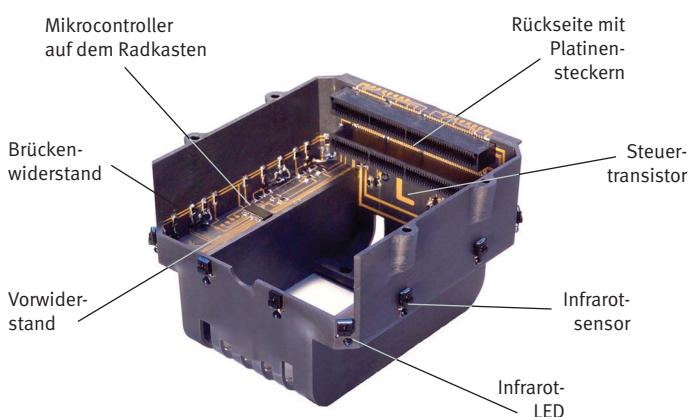
Eine besondere Herausforderung stellt die Entwicklung des Roboter-Gehäuses dar. Das Gehäuse ist als MID-Bauteil (Molded Interconnect Devices) realisiert. Es integriert mechanische und elektronische Komponenten. Infrarot-Sensoren erfassen 360° der Umgebung, Mikrocontroller übernehmen die Auswertung der Daten. Die Leiterbahnen zwischen den mehr als 100 Bauteilen überziehen die Innenseite des Gehäuses und bilden eine komplexe, dreidimensionale Schaltung. Das ermöglicht eine hohe Funktionsdichte und unterstützt die Miniaturisierung. Die Anzahl der Bauteile kann im Vergleich zu herkömmlichen Minirobotern deutlich reduziert werden.

Der Miniaturroboter wird in Zukunft in verschiedenen Ausbaustufen produziert und vermarktet. Die Entwicklung und Herstellung des Gehäuses erfolgt in Kooperation mit Siemens CT.

<http://www.hni.upb.de/schwerpunktprojekte/miniaturroboter>



Funktionsintegration in das Gehäuse durch MID



Dreidimensionale Schaltung auf dem Miniaturroboter-Gehäuse

# Das europäische integrierte Projekt AC/DC

Optimierte Planung und Steuerung von globalen Liefernetzwerken für das 5-Tage-Auto

Entwicklung eines neuen SCM Konzeptes im Rahmen des EU Projektes AC/DC - Automotive Chassis Development for 5-Days Cars.

Die Durchlaufzeit eines Kundenauftrages in der europäischen Automobilindustrie beträgt derzeit vom Auftragseingang bis zur Auslieferung des Fahrzeuges an den Kunden bis zu mehr als 40 Tagen. Ziel der europaweiten 5-Day-Car-Initiative (5DC) ist es daher, sowohl neue logistische und fertigungstechnische als auch ingenieurmäßige Konzepte zu entwickeln, die die Durchlaufzeit eines solchen Auftrages auf bis zu 5 Tage senken können.

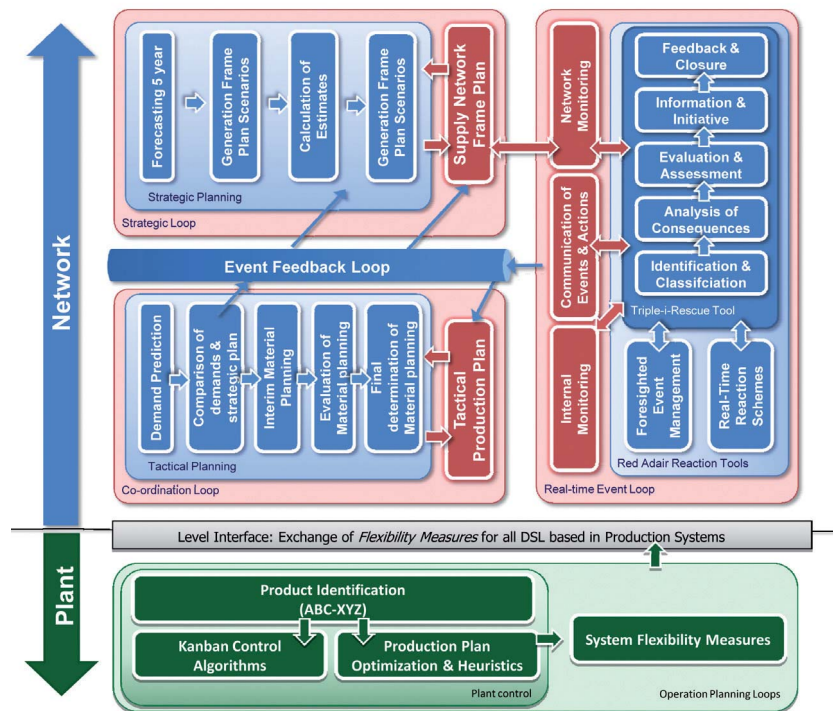
AC/DC ist eines der Projekte der 5DC und läuft seit eineinhalb Jahren. Das Ziel von AC/DC ist, ein neues innovatives Planungs- und Steuerungssystem zu entwickeln, welches die heutige Planung und Steuerung des Materialflusses innerhalb der Liefernetzwerke der europäischen Automobilindustrie radikal verbessert und dabei die notwendigen Effizienzkriterien für die Fertigung eines 5-Tage-Autos erfüllt.

Als Enabler hierzu dienen neuartige mechatronische Komponenten, die eine Individualisierung der Fahrzeuge spät im Fertigungsprozess, so genanntes Customize-to-Order (CtO), durch Softwarekonfiguration ermöglichen. Diese Komponenten ermöglichen den Übergang von Built-to-Order-Produktionssystemen zu CtO-Serienfertigungssystemen innerhalb der Automobilindustrie und reduzieren so die Komplexität des gesamten Planungsprozesses im Liefernetzwerk.

Das internationale Konsortium von AC/DC mit Partnern wie u. a. die BMW Group, Volkswagen AG, CEA Frankreich, Mandator Schweden, ZF Friedrichshafen und Fraunhofer IAO steht unter der Führung von Continental Automotive Systems und der ERPC GmbH. Dem Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn, vertreten durch die FG Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM, fällt in dem Projekt die leitende Rolle im Bereich der Strategiewicklung des Planungskonzeptes der Dynamic Planning Loops, im Bereich Forecasting, IT-Kommunikation, Sicherheit und Zuverlässigkeit von Prozessen und dem Event Management zu. Als zentraler Forschungspartner übernimmt das Heinz Nixdorf Institut die Querschnittsfunktion zur Integration der Projektbereiche Mechatronik und Logistikplanung und koordiniert inhaltliche Fragestellungen im Bereich des Supply Network Management.

## Dynamic Supply Loops

Die Dynamic Supply Loops sind das Planungs- und Steuerungskonzept, welches in AC/DC entwickelt werden soll. Die Dynamic Supply Loops sind im Kern ein flach organisierter, rückkoppelndes



Dynamic Supply Loop Konzept

der Planungsprozess und basieren auf der Anwendung innovativer Methoden in den Bereichen:

- Forecasting, bei dem durch die Nutzung vergangenheitsorientierter Kausaldaten und deren Integration in kollaborative, auf Serienfertigungsnetzwerke optimierte Forecastingverfahren deutlich zuverlässigere Ergebnisse erzielt werden sollen.
- Prozessautomatisierung zur besseren Kollaboration beim Planungs- und Steuerungsprozess bei gleichzeitiger Berücksichtigung bestehender wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.
- Event Management und Eventhandling durch die Entwicklung echtzeitfähiger Methoden bei der Eventvoraussage und der operativen Eventbearbeitung.
- Supply Network Planning auf Basis innovativer Methoden für die optimale Gestaltung der Liefernetzwerke bei Einführung neuer Fahrzeugvarianten.

Nach bisherigem Stand des Projektes werden dabei die Planungsebenen strategische Planung, taktische Planung und operative Planung adressiert.



# LOCOMOTION

Heinz Nixdorf Institut hält Bildung in Bewegung

Nach drei Jahren Laufzeit endete am 30. Juni 2008 das eLearning-Projekt Locomotion (Low-Cost Multimedia Organisation and Production). Das e in eLearning steht dabei nicht nur für „elektronisch“, sondern betont ein „erweitertes (enhanced)“ Lernen und Studieren. Mit dem Ende des Projekts wurde zugleich der Grundstein für die Verstetigung der Ergebnisse gelegt: im Bereich der Modul- und Prüfungsverwaltung mit dem System Paul und im Bereich der Abwicklung und Unterstützung verschiedener Lehr-/Lernszenarien mit dem System koaLA (koaktive Lern- und Arbeitsumgebung). koaLA basiert auf dem System open-sTeam, das in der Arbeitsgruppe von Prof. Keil am Heinz Nixdorf Institut entwickelt worden ist. Der enorme Erfolg von koaLA basiert nicht zuletzt darauf, dass die Architektur von sTeam auf dem Konzept der virtuellen Wissensräume beruht, die sich auch in anderen Arbeitszusammenhängen schon bewährt haben.

Der Erfolg lässt sich auch an den Fakten zu koaLA aus dem eLearning-Rundbrief der Universität Paderborn vom November 2008 ablesen. Die Statistik verzeichnet für den Monat Oktober 2008:

- Angelegte Kurse: 438
- Besucher: 45.478
- Seitenaufrufe: 2,91 Mio.
- Datenvolumen: 125,65 GigaByte

Für die im WS 08/09 bislang eingerichteten 438 Kurse gibt es aktuell 21.549 Belegungen. Im Schnitt hat ein Kurs somit ca. 50 Teilnehmer, es gibt aber auch Kurse mit über 1.000 Teilnehmern.

Die erweiterten Möglichkeiten werden sichtbar, wenn man sich die Bedeutung des Begriffs Arbeitsumgebung vor Augen hält. Dazu bietet koaLA z.B. die Möglichkeit, Dokumentenbereiche für Gruppen und einzelne Personen einzurichten, in denen sie beliebige Dokumente verwalten und arrangieren können. Zusätzlich können die Gruppen wie bisher Weblogs, Foren und Wikis nutzen. Über 700 öffentliche und private Gruppen wurden bereits in koaLA angelegt und dienen Forschungsgruppen, Projekten, studentischen Initiativen aber auch vielen Lerngruppen als Kooperationswerkzeug. Auch die Integration in vorhandene Infrastrukturen wird am Beispiel der über 400 eSeminarapparate deutlich, die in der Universitätsbibliothek bereitgestellt und in koaLA eingee-



# koaLA

bettet werden können. Weitere Dienste und Integrationsmaßnahmen werden folgen.

Insgesamt hat das Heinz Nixdorf Institut mit seinem Beitrag zum Projekt LOCOMOTON einmal mehr gezeigt, wie wichtig und zugleich erfolgreich es ist, wenn es gelingt, grundlegende Forschungsergebnisse auch schnell in nutzbare Produkte umzusetzen. Die Unterstützung der alltäglichen Wissensarbeit, wie sie beispielhaft mit koaLA erfolgt ist, ist aber kein Endpunkt. Lernen heißt, die Welt täglich neu zu erfinden und damit die Zukunft zu gestalten.

Angemeldet als koala1 | Postfach (0 ungelesen) | Hilfe | Abmelden | 12.11.2008






UNIVERSITÄT PADERBORN  
Die Universität der Informationsgesellschaft

Start Mein koaLA Server Kurse Kontakte Gruppen Extras

### Softwareergonomie (0123456) / Neue Lektion erstellen

**Auswahl der Lektionstyps**

Es sind verschiedene Typen von Lektionen verfügbar, um unterschiedliche Lernszenarios in einem Kurs zu unterstützen. Um einen speziellen Typ von Lektion auszuwählen, betätigen Sie bitte die Schaltfläche 'Lektion erstellen' des gewünschten Typs.

Name/Beschreibung	Aktion
<b>Dokumentensammlung</b>  Dies ist der Standard-Lektionstyp, der einen Ort für den Dokumentenaustausch bereitstellt. Falls Sie Lektionen für Ihren Kurs aktivieren wird dieser Lektionstyp <b>automatisch aktiviert</b> .	Lektion erstellen
<b>Externe Web-Ressource</b>  Sie können diesen Lektionstyp verwenden, um externe Ressourcen aus dem WWW in einem Kurs zu verwenden. In den Einstellungen zu diesem Lektionstyp können Sie dazu einen Link zu einer externen Ressource angeben, der daraufhin innerhalb der Lektion als Inhalt angezeigt wird.	Lektion erstellen
<b>Übungsabgaben</b>  Mit Hilfe dieser Lektion können Studenten ihre Lösungsvorschläge hochladen, die dann von Tutoren bewertet und mit Punkten versehen werden. Tutoren müssen für die Abgabe der Studenten ein Abgabe-Datum und eine maximale Gruppenstärke eingeben.	Lektion erstellen
<b>Pyramidendiskussion</b>  Eine Pyramidendiskussion ist eine Darstellungsform, bei der die erzielten Erwägungen und Lösungen eines Diskussionsprozesses in Form einer Pyramide notiert werden. Sie können diesen Lektionstyp verwenden, um eine solche Diskussion im Rahmen ihres Kurses durchzuführen. Der Erstelldialog wird Sie ein Diskussionsthema und die Anzahl von Diskussionsteilnehmern wählen lassen. Zusätzlich kann noch eine Beschreibung der Lektion angegeben werden.	Lektion erstellen
<b>Routenplaner</b>  Sie können diesen Lektionstyp verwenden, um kooperatives Schreiben mittels eines Routenplans in Ihrem Kurs durchzuführen. Der Erstelldialog wird Sie einen Projektamen für der Routenplan wählen lassen, sowie eine Beschreibung des Projekts und je einen Meilenstein für Start und Ende des Projekts.	Lektion erstellen

oder zurück

## Kompetenzzentrum Virtual Prototyping und Simulation

Virtual Prototyping und Simulation (VPS) ist heute fester Bestandteil des Produktentstehungsprozesses. Beim Virtual Prototyping wird ein Rechnermodell von dem in Entwicklung befindlichen Objekt gebildet und anschließend wie ein realer Prototyp analysiert. Auf diese Weise können unterschiedliche Varianten eines Produktes virtuell erstellt und untersucht werden, ohne dass ein realer Prototyp gebaut werden muss. Das reduziert Zeit und Kosten in der Produktentwicklung und erhöht die Qualität des Produktes.

Fachgruppen des Heinz Nixdorf Instituts und der Universität Paderborn entwickeln seit vielen Jahren im Rahmen des Forschungsschwerpunkts "Verteilte Visualisierung und Simulation" gemeinsam neue VPS-Methoden und Werkzeuge. Zur Unterstützung dieser Forschungsaktivitäten wird Ende 2008 am Heinz Nixdorf Institut ein flexibles, hochauflösendes Projektionssystem in Betrieb genommen, das in Bezug auf die Leistungsfähigkeit und Flexibilität einzigartig ist.

### Neue Infrastruktur für die Visualisierung

Das Projektionssystem besteht aus einer hochauflösenden Großprojektion mit insgesamt vier Projektionsflächen. Eine dieser Projektionsflächen ist schwenkbar ausgelegt, wodurch das System für unterschiedliche Anwendungen konfiguriert werden kann. 14 Projektoren projizieren stereoskopische Bilder mit einer Gesamtauflösung von insgesamt über 20 Millionen Bildpunkten. Allein die Hauptprojektionsfläche besitzt eine Auflösung von 3840 x 2160 Punkten, was der 4-fachen HDTV-Auflösung entspricht. Die hohe Auflösung ermöglicht eine Darstellung auch feinsten Details und geht hinsichtlich der Brillanz und Darstellungsqualität über den bisherigen Stand der Technik hinaus.



Interaktive 3D-Analyse paralleler Ablaufsimulationen (Quelle: Siemens PLM Software)

### Anwendungsbeispiele

Folgende Anwendungsbeispiele sind bereits in Entwicklung und werden an die Großprojektion angepaßt:

#### Visualisierung von Fertigungsprozessen mit d3FACT

Das von der Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insbes. CIM und der Fachgruppe Algorithmen und Komplexität entwickelte Softwarewerkzeug d3FACT zur interaktiven 3D-Analyse paralleler Ablaufsimulationen von Fertigungsprozessen koppelt verteilte Simulationen mit einer verteilten 3D-Visualisierung. Um den Einfluss zufallsverteilter Modellvariablen auf das Verhalten des abgebildeten Fertigungssystems zu erkennen, wird eine große Zahl von Simulationsläufen des gleichen Simulationsexperimentes parallel ausgeführt. d3FACT aggregiert die Simulationsläufe und stellt die Ergebnisse in einer 3D-Visualisierung dar, damit der Anwender Unterschiede erkennen und bewerten kann.



Design Review in einem Stereoprojektionssystem (Quelle: VISCON GmbH)



d3FACT ist besonders wirkungsvoll im Einsatz auf der Großprojektion, da diese eine sehr realistische stereoskopische Darstellung der simulierten Fertigungsprozesse ermöglicht. Die aggregierten Simulationsläufe benötigen aufwendige, detailreiche Visualisierungen, um Unterschiede zwischen den einzelnen Simulationsläufen aufzuzeigen. Die Ausmaße des Projektionssystems erlauben es, selbst großflächige Produktionsanlagen mit einem realistischen Raumgefühl darzustellen.



Virtual Prototyping innovativer Scheinwerfersysteme

### Virtual Prototyping von innovativen Scheinwerfersystemen

Der von der Fachgruppe Rechnerintegrierte Produktion entwickelte Nachfahringsimulator erlaubt eine qualitativ hochwertige Simulation der Ausleuchtung des Straßenraums vor einem Fahrzeug. Er bildet damit die Grundlage für weiterführende Simulationen von Steuerungsalgorithmen für schwenkbare Scheinwerfer, welche z.B. für dynamisches Kurvenlicht oder eine adaptive Leuchtweitenregelung eingesetzt werden. Für eine optimale Auslegung dieser Steuerungsalgorithmen bildet der Nachfahringsimulator in Kombination mit der Großprojektion ein leistungsfähiges Werkzeug.

Das neue Projektionssystem ermöglicht den Einsatz innovativer Visualisierungsverfahren, die eine noch realistischere Beleuchtungssimulation ermöglichen. So können zukünftig für die hochdetaillierte Darstellung der Scheinwerferlichtverteilung High Dynamic Range-Daten verwendet werden, welche die Grundlage für die Wiedergabe exakter Kontrastverhältnisse bilden. In Kombination mit der hochauflösenden Großprojektion werden qualitativ hochwertige und aussagekräftige Resultate für die weitere Forschung erzielt. So können Blendsituationen realitätsnah wiedergegeben werden, um z.B. Scheinwerfer für blendfreies Fahren oder zur kollektiven Ausleuchtung des Straßenraumes einzusetzen.

### Zentrum für Fahrsimulation

Die Arbeiten zur Virtual Prototyping Plattform bilden die Basis für die Einrichtung eines Zentrums für Fahrsimulation. Die Virtual Prototyping Plattform wird ergänzt durch einen Fahringsimulator mit integrierter Bewegungsplattform. Der Fahringsimulator ermöglicht die frühzeitige, realitätsnahe Analyse von innovativen Fahrzeugsystemen und -komponenten wie Fahrerassistenz- und Beleuchtungssystemen oder Achs- und Fahrwerkskonzepten. Das Heinz Nixdorf Institut entwickelt Hard- und Software-schnittstellen, die eine schnelle, flexible Integration verschiedenster Fahrzeugkomponenten an den Fahringsimulator ermöglichen. Hardware-in-the-Loop Simulation ermöglicht den gemeinsamen Test von realen und simulierten Fahrzeugkomponenten. Neben der Produktentwicklung kann das System in Marketing und Vertrieb sowie in der Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden.



ATMOS-Fahringsimulator für die Analyse von Fahrzeugsystemen

## Internet-basierte Informations- und Vermittlungsdienste

Produktinnovationen und ggf. damit verbundene Dienstleistungen sind für viele Unternehmen der wesentliche Hebel für nachhaltigen Erfolg. Dies gilt insbesondere für den Maschinenbau und damit verwandte Branchen wie die Automobilindustrie, die Elektroindustrie und die Medizintechnik. Die Erzeugnisse dieser Branchen zeichnen sich durch ein enges Zusammenwirken von Mechanik, Elektronik und Softwaretechnik aus; das Schlagwort Mechatronik drückt dies aus.

Auf dem Weg zu den Produkten von morgen kommt es darauf an, die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt zu haben und adäquate Instrumente zur Planung und Entwicklung der Produkte einzusetzen. Es herrscht offensichtlich kein Mangel an Informationen und Instrumenten, um innovative Produkte hervorzubringen. Es mangelt insbesondere in den vorwiegend mittelständisch geprägten Unternehmen an Wissen über die Möglichkeiten von heute und morgen, neue Produkte schnell und sicher zu entwickeln und in den Markt zu bringen. Um hier Abhilfe zu schaffen, betreiben wir zusammen mit Partnern fünf Fachportale:

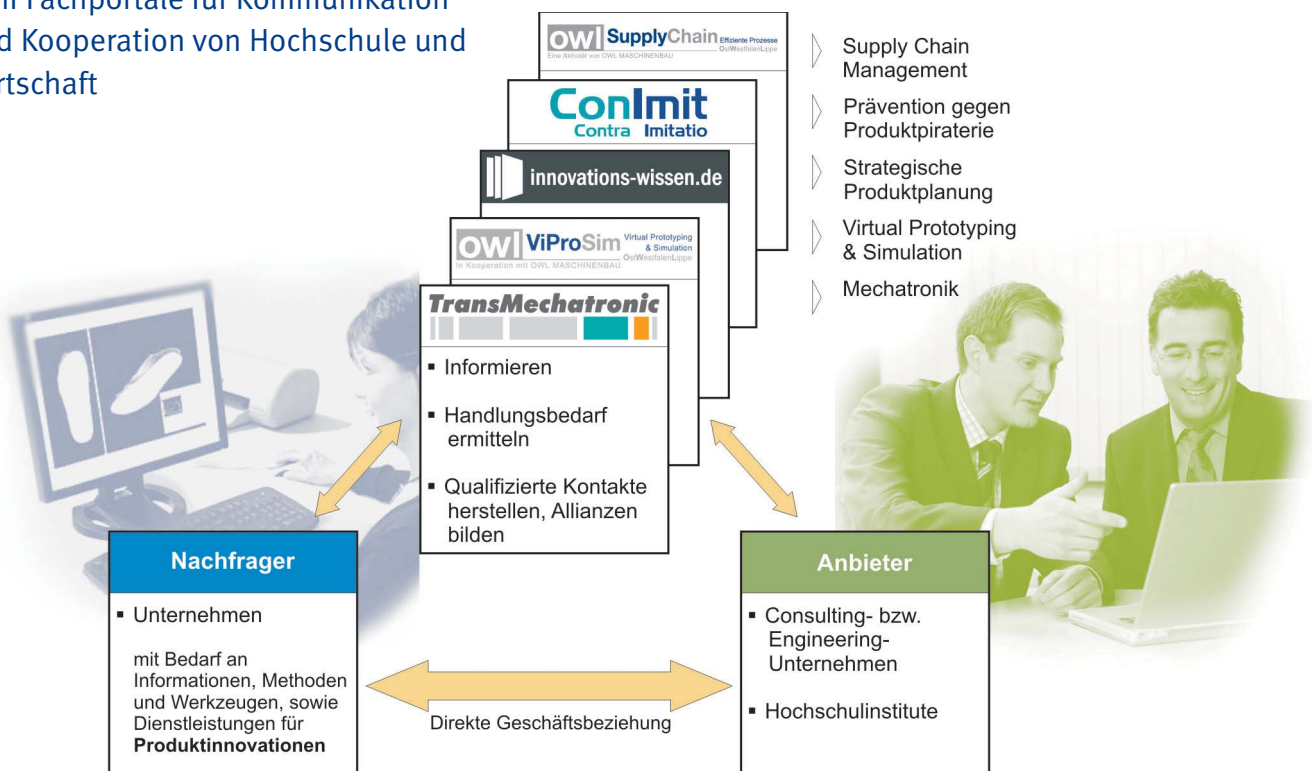
- **Conlmit.de** mit Informationen zum Thema Produktpiraterie und Schutzmaßnahmen gegen den Nachbau von Produkten (Projektträger: Forschungszentrum Karlsruhe PTKA).

- **innovations-wissen.de** für die strategische Produkt- und Technologieplanung.
- **ViProSim.de** mit Informationen zum Thema Virtual Prototyping und Simulation. Ein wesentliches Ziel ist die Vernetzung von Hochschulen und Wirtschaft der Region Ost-Westfalen-Lippe (OWL).
- **TransMechatronic.de** mit Wissenswerten zum Gebiet Mechatronik (Projektträger: Forschungszentrum Karlsruhe PTKA)
- **OWL-SupplyChain.de** mit praxiserprobten Konzepten und wissenschaftlich fundierten Ansätzen zum Thema Supply Chain Management.

Die Funktionalität dieser Fachportale gliedert sich prinzipiell in drei Bereiche:

- Informieren rund um das Thema.
- Ermitteln des Handlungsbedarfs und damit verbunden auch das Nennen der geeigneten Methoden und Werkzeuge.
- Herstellen von qualifizierten Kontakten zwischen Nachfragern und Anbietern entsprechender Dienstleistungen (Methodenanwendung, Engineering, Aus- und Weiterbildung etc.).

### Fünf Fachportale für Kommunikation und Kooperation von Hochschule und Wirtschaft



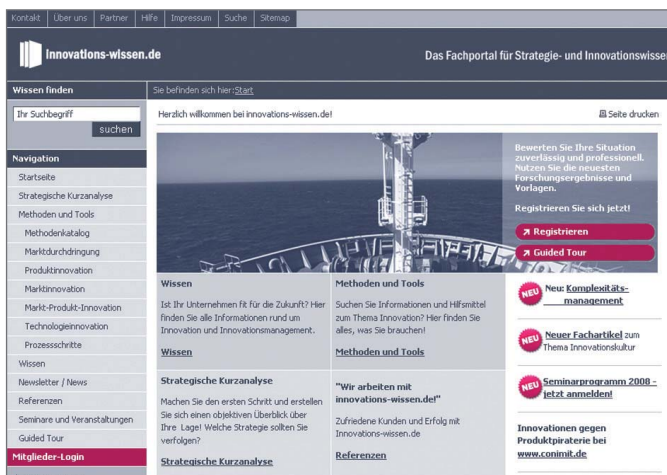


Die Forschungsprojekte der BMBF-Bekanntmachung „Innovationen gegen Produktpiraterie“ leisten einen Beitrag für einen wirksamen Schutz produzierender Unternehmen vor Produktpiraterie. Als Begleitmaßnahme unterstützt **Conlmit** den Transfer der Forschungsergebnisse in die nicht geförderte Industrie, wodurch die Wirkung der Projekte erhöht wird. Ziel ist der Aufbau eines Netzwerkes von Wissensträgern, welche betroffene und gefährdete Unternehmen bei der Realisierung von individuellen Schutzkonzeptionen gegen Produktpiraterie unterstützen. Hierzu bietet die Plattform [www.conimit.de](http://www.conimit.de) u.a. eine Bedarfsanalyse und eine Datenbank mit Schutzmaßnahmen und Fachexperten.



Die Startseite des Fachportals [www.conimit.de](http://www.conimit.de)

Mehr denn je kommt es insbesondere in den Unternehmen des Maschinenbaus und verwandter Branchen auf Strategiekompetenz an. Es fehlen Informationen über die geeigneten Methoden und Werkzeuge sowie deren Anwendung. Hier hilft das Fachportal [www.innovations-wissen.de](http://www.innovations-wissen.de) weiter; es liefert dem Praktiker Informationen und konkrete Hilfe für die strategische Planung der Produkte und Produktionssysteme für die Märkte von morgen.



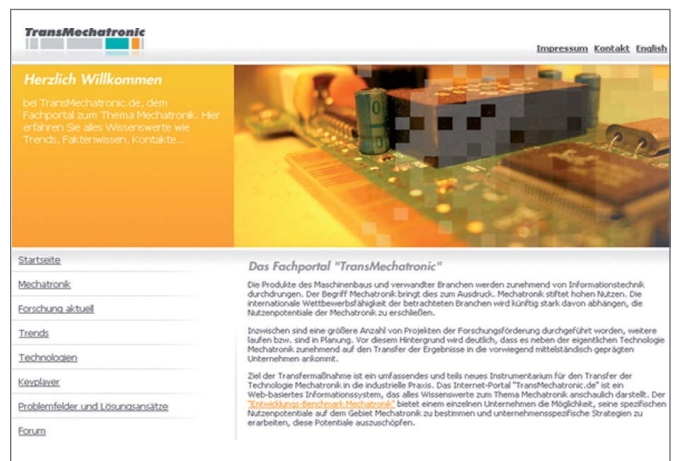
Die Startseite des Fachportals [www.innovationswissen.de](http://www.innovationswissen.de)

**Virtual Prototyping und Simulation (VPS)** verkürzt den Produktentstehungsprozess und steigert die Qualität der Erzeugnisse. Digitale Modelle von in Entwicklung befindlichen Produkten werden gebildet und analysiert. Somit kann auf den zeit- und kostenintensiven Bau realer Prototypen weitgehend verzichtet werden. Dabei kommt es darauf an, Einsatzpotentiale für VPS-Methoden zu erkennen und konsequent zu nutzen. ViProSim unterstützt dies u.a. durch die Initialberatung „VPS-Quick-Check“ und die qualifizierte Vermittlung von Kontakten. Ferner stellt das Portal Wissen über VPS-Methoden und Werkzeuge bereit.



Die Startseite des Fachportals [www.viprosim.de](http://www.viprosim.de)

Das Fachportal **TransMechatronic** informiert grundlegend über Mechatronik und über durchgeführte und aktuelle Verbundprojekte im Rahmen des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für die Produktion von morgen“. In hochwertigen Fachbeiträgen werden ausgewählte Themen vertieft und regelmäßig aktualisiert.



Die Startseite des Fachportals [www.transmechatronic.de](http://www.transmechatronic.de)

Das Fachportal [www.owl-supplychain.de](http://www.owl-supplychain.de) stellt praxiserprobte Konzepte von Best-Practice-Partnern bereit sowie Methoden für das SupplyChain Management, die in Verbundprojekten mit der Wissenschaft entwickelt wurden.

## Engagement in der Nachwuchsförderung

Das Heinz Nixdorf Institut engagiert sich intensiv in der Lehre und Ausbildung von Studierenden und Doktoranden/innen mit dem Ziel, ihnen die erforderliche Voraussetzung für die Gestaltung der Zukunft zu vermitteln. Das besondere Merkmal des Heinz Nixdorf Instituts ist das enge Zusammenwirken von Informatik, Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften, wobei auch Aspekte der Sozial- und Kulturwissenschaften mit einfließen. 2008 haben 127 Studierende bei uns die Diplomarbeit erstellt und 23 besonders begabte Absolventinnen und Absolventen promoviert.

Das Engagement in der Nachwuchsförderung kommt insbesondere auch durch das Graduiertenkolleg und die maßgebende Beteiligung des Heinz Nixdorf Instituts an der ersten International Graduate School der Universität Paderborn zum Ausdruck.

### Graduiertenkolleg

Das Heinz Nixdorf Institut betreibt seit 1992 Graduiertenkollegs mit dem Ziel, besonders qualifizierten Graduierten eine Lern- und Forschungsumgebung zu bieten, die ihnen eine Promotion in einer Zeit von zwei bis drei Jahren ermöglicht. 2002 nahm das zweite Graduiertenkolleg „Automatische Konfiguration in offenen Systemen“ unter der Leitung von Prof. Dr. Rückert seine Arbeit auf. Nach einer Startfinanzierung durch die DFG wird das Graduiertenkolleg nunmehr vom Heinz Nixdorf Institut selbst getragen. Derzeit forschen unsere Stipendiaten in enger Zusammenarbeit in den Schwerpunktprojekten unseres Forschungsprogramms. Die interdisziplinäre Arbeit im Graduiertenkolleg bietet einen erheblichen Vorteil für die Graduierten und erhöht die Qualität der wissenschaftlichen Arbeit wesentlich.

### International Graduate School

Die im Herbst 2001 gegründete International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“ ist eine von sieben vom Land Nordrhein-Westfalen geförderten Einrichtungen zur Förderung von Spitzennachwuchs in technisch-naturwissenschaftlichen Bereichen. Hochqualifizierte Absolventen/innen können im Rahmen eines Promotionsstudiengangs innerhalb von drei Jahren zielgerichtet promovieren. Im Rahmen dieses NRW-Programms ist die International Graduate School die einzige Einrichtung im Bereich der anwendungsorientierten Informatik. Interdisziplinarität, Internationalität und Exzellenz sind die Markenzeichen der von Prof. Schäfer wissenschaftlich geleiteten Institution. Forschungsschwerpunkt der englischsprachigen Einrichtung ist die Weiterentwicklung dynamisch vernetzter Systeme. Solche Systeme sind gekennzeichnet durch den Austausch bzw. die Modifikation von Software und Hardware während ihrer Betriebsphase. In den Projekten werden Lösungen für ihre ausfallsichere Realisierung erarbeitet. Die Professoren aus dem Heinz Nixdorf Institut und weitere neun Professoren der Universität Paderborn betreuen im Berichtsjahr insgesamt 45 Studierende aus 12 Ländern. Bisher wurden 44 Promotionen erfolgreich abgeschlossen, 13 davon in 2008. Eine Evaluation des Internationalen Promotionsprogramms (IPP) vom Deutschen Akademischen Austausch Dienst (DAAD) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) ergab, dass die Graduate School Best Practice in den Bereichen Interdisziplinarität, Unternehmenskooperation und Verstetigung ist. Kooperationspartner sind zur Zeit Daimler, dSpace, Freudenberg, Initplan, Keiper, Knorr Bremse, Lufthansa und Wincor Nixdorf sowie die Dr. Arnold Hueck-Stiftung und die Fraunhofer Gesellschaft.



Heinz Nixdorf Institut: <http://www.hni.upb.de>

Graduiertenkolleg: <http://www.hni.upb.de/gk/>

Int. Graduate School: <http://www.upb.de/graduateschool>

### Vorbereitung auf eine Hochschulkarriere

Im Heinz Nixdorf Institut fördern wir nachdrücklich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die eine Hochschulkarriere anstreben. 15 unserer Absolventen haben bereits Professuren. Zur Zeit arbeiten bei uns 3 Juniorprofessoren und 7 Habilitanden.

**Dr.-Ing. Jan Berssenbrügge** ist Habilitand in der Fachgruppe Rechnerintegrierte Produktion (Prof. Gausemeier). Er promovierte 2005 am Heinz Nixdorf Institut mit dem Thema "Virtual Nightdrive – Ein Verfahren zur Darstellung der komplexen Lichtverteilungen moderner Scheinwerfersysteme im Rahmen einer virtuellen Nachtfahrt". Seine Forschungsschwerpunkte umfassen Methoden und Konzepte zur Visualisierung und Simulation von Produkteigenschaften für den Bereich Virtual Prototyping.

**Dr. rer. pol. Christoph Laroque** ist Habilitand in der Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insb. CIM (Prof. Dangelmaier). Die Modellierung, Simulation und Analyse von Produktions- und Logistiksystemen sowie die Entwicklung neuer Softwarelösungen zum verbesserten Einsatz dieser Methode sind Kerninteressen sowie seine Lehr- und Forschungsthemen. Bereits in seiner Dissertation entwickelte er ein neues Werkzeug, das unter anderem eine mehrbenutzerfähige Modellierung und Simulation in einer virtuellen Umgebung ermöglicht.

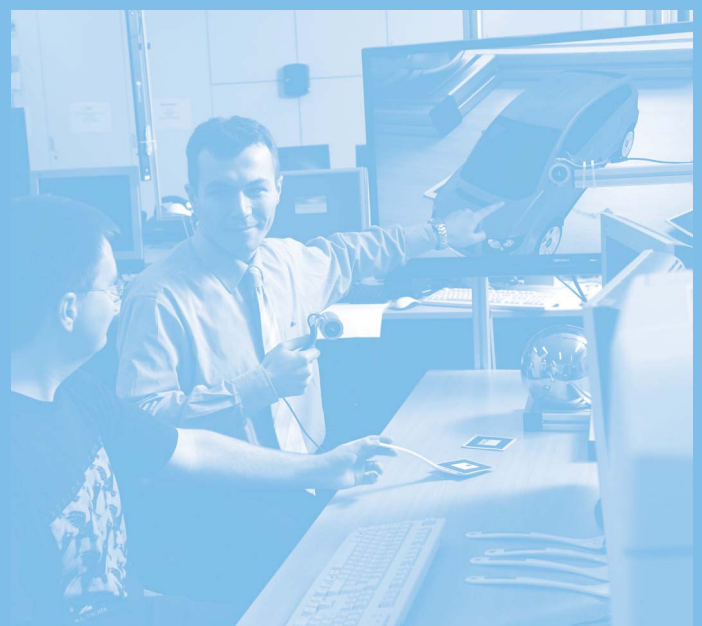
**Dr.-Ing. Mario Pormann** leitet als Akademischer Oberrat den Forschungsbereich Mediatronik in der Fachgruppe Schaltungstechnik (Prof. Rückert) des Heinz Nixdorf Instituts. Seine aktuellen Forschungsinteressen konzentrieren sich auf die Entwicklung und Analyse dynamisch rekonfigurierbarer mikroelektronischer Systeme. Diese Systeme sind in der Lage, ihre Architektur im Betrieb flexibel an wechselnde Anforderungen anzupassen.

**Dr.-Ing. Rafael Radkowski** ist Habilitand auf dem Gebiet Virtual Prototyping in der Fachgruppe Rechnerintegrierte Produktion (Prof. Gausemeier). Sein Forschungsschwerpunkt ist die interaktive visuelle Analyse von Echtzeit-Simulationen mit den Technologien Virtual und Augmented Reality. Dies vereinfacht die Handhabung komplexer Simulationsmodelle und ermöglicht eine intuitive Analyse.

**Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Christian Sohler** ist seit 2003 Juniorprofessor in der Fachgruppe Algorithmen und Komplexität (Prof. Meyer auf der Heide). In seiner Forschungstätigkeit arbeitet er an den durch die verstärkte Vernetzung moderner Rechner entstandenen Fragestellungen zur Verarbeitung extrem großer Datenmengen. Extrem große Datenmengen treten z.B. in Form des Webgraphs auf, dessen Knoten Webseiten entsprechen und dessen Kanten Verbindungen zwischen diesen sind.

**Dr.-Ing. Ulf Witkowski** leitet als Oberingenieur den Forschungsbereich Kognitronik in der Fachgruppe Schaltungstechnik (Prof. Rückert) des Heinz Nixdorf Instituts. Ziel seiner Forschungsarbeiten ist die Analyse und Entwicklung mikroelektronischer Komponenten und Systeme, die in der Lage sind, Informationen aus ihrer Umgebung aufzunehmen, diese Informationen zu verarbeiten und zielgerichtet zu handeln.

**Dr. rer. nat. Martin Ziegler** ist Habilitand in der Fachgruppe Algorithmen und Komplexität (Prof. Meyer auf der Heide) des Heinz Nixdorf Instituts. Im September 2007 hat er seine Habilitationsschrift "Real Computability and Hypercomputation" eingereicht. Bei diesem Thema geht es um die Fähigkeiten von erweiterten Modellen des Rechnens mit reellen Zahlen.







Katharina K. und Kevin M. beim Testen von Hardware. Katharina und Kevin sind Auszubildende in der Fachgruppe Schaltungstechnik.

Das Heinz Nixdorf Institut hat die Kompetenz und die Infrastruktur, jungen Menschen eine Berufsausbildung zu ermöglichen. Wir engagieren uns hier seit Jahren; wir bilden Fachinformatiker/innen Fachrichtung Systemintegration und Elektroniker/innen für Geräte und Systeme aus. Im Moment werden 9 Auszubildende auf ihr Berufsleben vorbereitet. Jedes Jahr nehmen wir in der Regel drei Auszubildende auf.

#### **Fachinformatiker, Fachrichtung Systemintegration:**

Fachinformatiker/innen beherrschen technische und kaufmännische Grundlagen gleichermaßen. Sie setzen die fachlichen Anforderungen und Bedürfnisse der Benutzer in Hard- und Software um. Außerdem stehen sie für fachliche Beratung und Betreuung der Benutzer zur Verfügung. Der Alltag unserer Auszubildenden umfasst zum Beispiel das Konzipieren und Realisieren von komplexen IT-Systemen durch Softwarekomponenten sowie das Installieren und Konfigurieren vernetzter IT-Systeme.

Die Berufsausbildung dauert 3 Jahre und schließt mit einer Prüfung vor der Industrie- und Handelskammer (IHK) ab.

#### **Elektroniker für Geräte und Systeme:**

Elektroniker/innen für Geräte und Systeme fertigen Komponenten und Geräte, z.B. für die Informations- und Kommunikationstechnik. Sie nehmen Systeme und Geräte in Betrieb und halten sie instand. Aber auch IT-Kompetenzen, wie das Installieren und Konfigurieren von IT-Systemen oder Einsatz entsprechender Software werden in diesem Beruf gefordert. Im Berufsleben arbeiten sie in der Fertigung, in der Prüfung und Qualitätssicherung, in der Reparatur und Wartung, unter Umständen auch in Entwicklungsabteilungen.

Die Berufsausbildung dauert 3,5 Jahre und schließt mit einer Prüfung vor der Industrie- und Handelskammer (IHK) ab.

## Berufsausbildung am Heinz Nixdorf Institut



Daniel M. bei der Installation elektrischer Schaltkreise. Daniel ist Auszubildender in der Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insb. CIM.

## Was ist aus unseren Absolventen geworden?

Wir vermitteln unseren Absolventinnen und Absolventen nicht nur eine wissenschaftliche Qualifikation, sondern bereiten sie auch auf Führungsaufgaben in der Wirtschaft bzw. im wissenschaftlichen Umfeld vor. Die folgenden Beispiele zeigen, wo unsere Alumnis heute arbeiten.

### Prof. Dr. Achim Rettberg



#### Universität

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Achim Rettberg ist Juniorprofessor für „Komplexe integrierte Systeme/Eingebettete Systeme“ am Department für Informatik. Er ist mit dem OFFIS Institut verbunden und leitet dort eine Forschungsgruppe, die sich mit der Entwurfsmethodik von HW/SW-Systemen beschäftigt, mit.

Promotion 2006  
bei Prof. Rammig

### Prof. Dr. Berthold Vöcking



#### Universität

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen

Berthold Vöcking ist Inhaber des Lehrstuhls Informatik I (Algorithmen und Komplexität) an der RWTH Aachen. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Entwicklung und die Analyse von Algorithmen sowie die algorithmische Spieltheorie.

Promotion 1998  
bei Prof. Meyer auf der Heide.

### Dr. Lessing Hagen



#### Unternehmen

The Boston Consulting Group

Lessing Hagen ist Projektleiter bei der The Boston Consulting Group GmbH. Er ist im Bereich Energy und Industrial Goods tätig.

Promotion 2004  
bei Prof. Dangelmeier

### PD Dr.-Ing. Stefan Möhringer



#### Unternehmen

Simon Möhringer Anlagenbau GmbH

Stefan Möhringer ist geschäftsführender Gesellschafter bei der Simon Möhringer Anlagenbau GmbH in Wiesentheid.

Habilitation: 2004  
bei Prof. Gausemeier

### Prof. Dr. Ulrich Schäfermeier



#### Universität

Fachhochschule Bielefeld

Ulrich Schäfermeier ist Professor für ERP-Systeme und Information Management im Fachbereich Wirtschaft und Gesundheit der Fachhochschule Bielefeld. Sein Forschungs- und Beratungsschwerpunkt ist das Management von IT Organisationen.

Promotion 2000  
bei Prof. Dangelmaier

### Dr.-Ing. Hans D. Kespohl



#### Unternehmen

UNITY AG

Hans D. Kespohl ist Manager bei der UNITY AG in Büren. Er ist dort vorwiegend als Projektleiter in Beratungsprojekten der strategischen Planung tätig.

Promotion: 2002  
bei Prof. Gausemeier



# Portrait der Fachgruppen

## Portrait der Fachgruppen



### Fachgruppen des Instituts

- |                                                |                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM</b> | <b>In Deutschland auch morgen wirtschaftlich produzieren</b><br>Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier                         |
| <b>Rechnerintegrierte Produktion</b>           | <b>Erfolgspotentiale der Zukunft erkennen und erschließen</b><br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier                                 |
| <b>Informatik und Gesellschaft</b>             | <b>Verteilte Wissensorganisation – Transdisziplinarität auf dem Vormarsch</b><br>Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil                     |
| <b>Algorithmen und Komplexität</b>             | <b>Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme + Effiziente Algorithmen</b><br>Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide |

# Portrait der Fachgruppen

## Portrait der Fachgruppen



**Entwurf Paralleler Systeme**

**Verteilte Eingebettete Realzeitsysteme werden beherrschbar**

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

**Schaltungstechnik**

**Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie und Herausforderung**

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

**Mechatronik und Dynamik**

**Regelungstechnik und Mechatronik**

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

**Paralleles Rechnen**

**Neue Dimensionen durch effiziente Nutzung paralleler und verteilter Systeme**

Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien

**Angewandte Physik/Integrierte Optik**

**Integrierte Optik in Lithiumniobat**

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Sohler

**Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik**

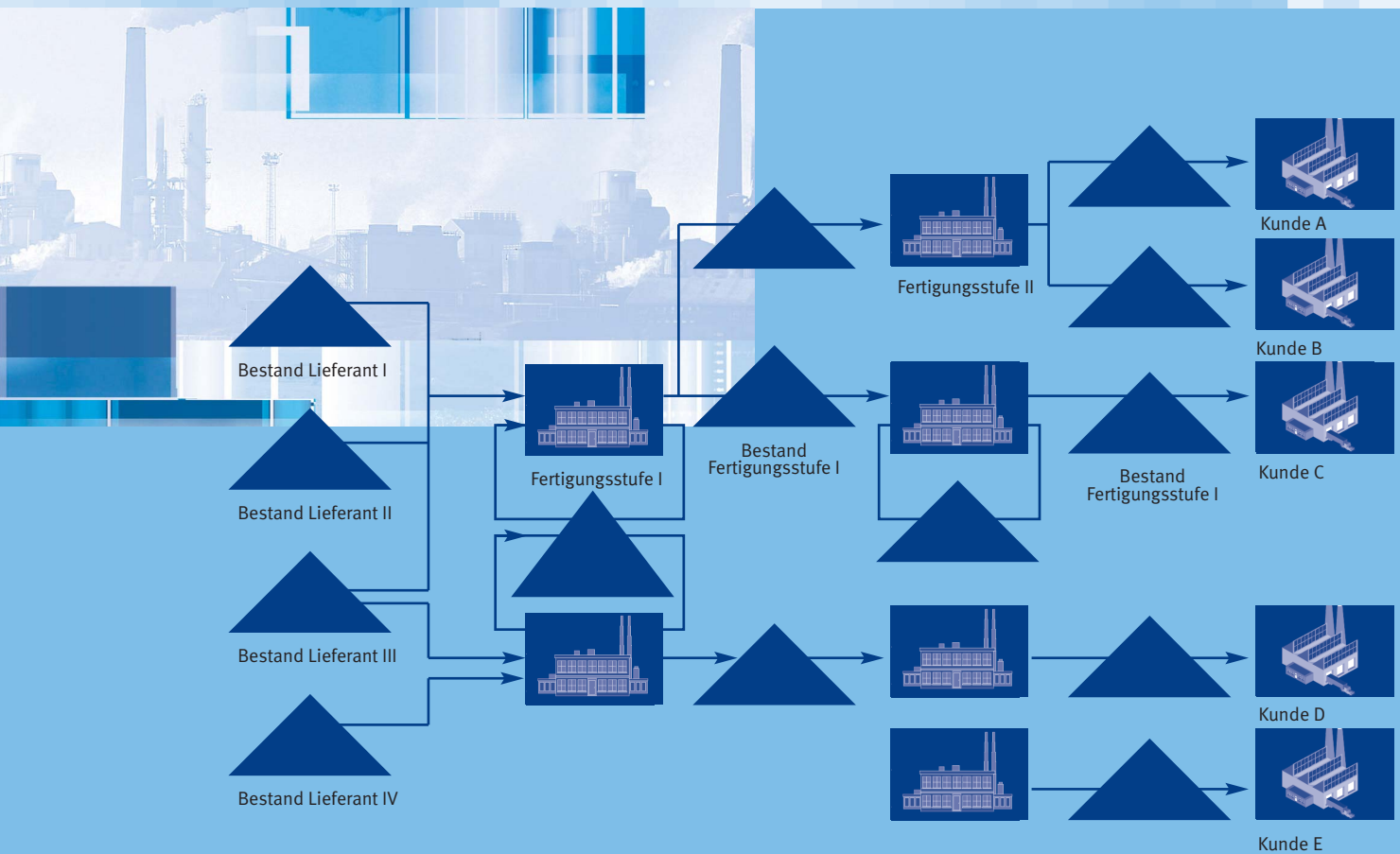
**Nachdenken über Wissenschaft und Technik**

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

**assoziierte  
Fachgruppen**



# Wirtschaftsinformatik insbesondere CIM



## In Deutschland auch morgen wirtschaftlich produzieren

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Mit unseren Arbeiten wollen wir die Wettbewerbsposition eines Unternehmens stärken und langfristig sichern. Lieferfähigkeit und Liefertreue sind hier immer wichtigere Faktoren. Die Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insb. CIM befasst sich daher mit allen technisch-betriebswirtschaftlichen Problemstellungen, die bei der Gestaltung von Produktionsnetzwerken und der Durchführung von inner- und überbetrieblichen Produktions- und Logistikprozessen auftreten.

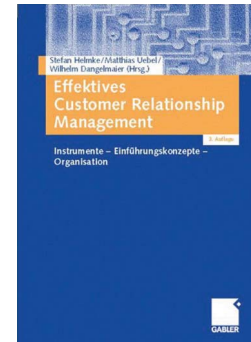
## Produktions und Logistiksysteme für die Anforderungen von morgen

Im weltweiten Kampf um Marktanteile besteht die Strategie der meisten deutschen Unternehmen darin, sich von den Wettbewerbern durch ein individuell auf den Kunden abgestimmtes Produkt- und Dienstleistungsangebot abzuheben. Für den Kunden liegt der Vorteil auf der Hand, wenn sich Ware und/oder Dienstleistung hinsichtlich Preis, Qualität und Lieferzeit von Standardangeboten nicht oder nur positiv unterscheiden. Für die Logistik besteht dann die Herausforderung darin, höchst gegensätzliche Ansprüche an den Leistungserstellungsprozess miteinander zu verbinden. Die Erhöhung der Logistikkosten ist dabei kein Ansatz, auch wenn jede Leistungseinheit einzeln definiert, produziert, verpackt, bereitgestellt und transportiert werden muss. Also kann es nur darum gehen, alle Ressourcen noch effizienter und intelligenter einzusetzen. Hier setzen unsere Werkzeuge an.

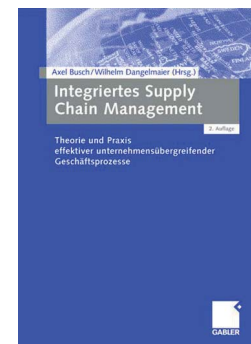
Optimierung und Anpassung an veränderte Marktbedürfnisse sind in Zeithorizonten zu bewältigen, die eine zeitnahe Prognose der zukünftigen Entwicklungen immer wichtiger machen. Wir arbeiten daher insbesondere an kollaborativ ausgelegten, kausalen Prognoseverfahren, um Reserven an Material und Betriebsmitteln zur Gewährleistung vereinbarter Lieferzeiten optimal platzieren und dimensionieren zu können. Für die Optimierung selbst entwickeln wir verteilte Systeme miteinander kooperierender Agenten,

deren Regeln für die Planung und Steuerung direkt am Produktionsprozess überprüft und verbessert werden. In dieser Überprüfung messen wir den Menschen eine besondere Rolle zu. Deshalb ist die Entwicklung von mehrbenutzerfähigen Simulationswerkzeugen, in denen die Simulierenden selbst Teil des zu simulierenden Systems sind, ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeit.

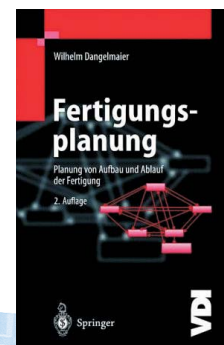
Diese Verfahrensbausteine werden zu einem Entscheidungsunterstützungssystem für das Event-Management in Produktionsnetzwerken zusammengeführt. Produktionsnetzwerke folgen unterschiedlichen Zielsetzungen wie der Maximierung der Kundenzufriedenheit oder der Minimierung der Anpassungskosten oder der Lieferzeit. Diese Ziele sind geeignet zu priorisieren, Strategien zu ihrer Erreichung zu erarbeiten und die einzelnen Arbeitssysteme eines hierarchisch gegliederten Produktionsnetzwerkes mit entsprechender Anpassungsintelligenz auszustatten. In dieser Anpassung berücksichtigen wir die jeweils begrenzt zur Verfügung stehenden finanziellen und sachlichen Mittel. Lieferbeziehungen können auch in eigenem Interesse nicht beliebig flexibilisiert und Maschinen nur begrenzt aufgerüstet werden. Investitionen, die heute an einem Standort getätigt werden, fehlen morgen für die Eröffnung oder den Zukauf eines Werkes an einem anderen Standort oder für die Markterschließung in einer anderen Region.



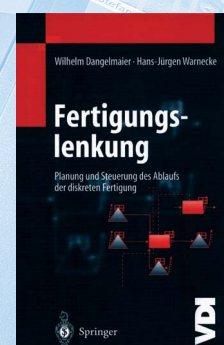
Helmke, S., Dangelmaier, W., Uebel, M.: Effektives Customer Relationship Management. 4. Auflage, Wiesbaden: Gabler 2008.



Busch, A.; Dangelmaier, W.: Integriertes Supply Chain Management. Wiesbaden: Gabler 2004.



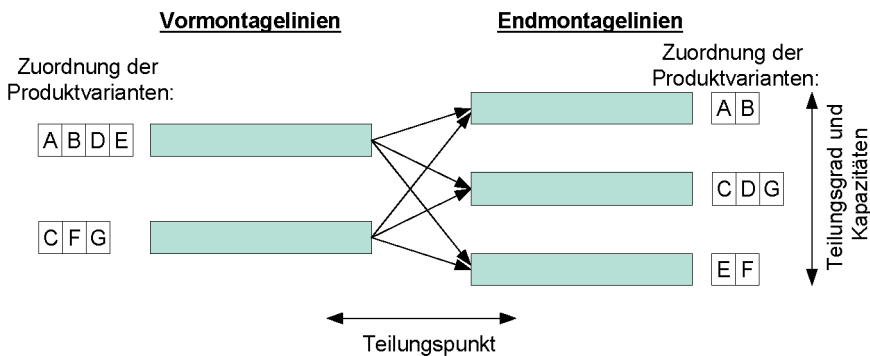
Dangelmaier, W.: Fertigungsplanung. Planung von Aufbau und Ablauf der Fertigung – Grundlagen, Algorithmen und Beispiele. 2. Auflage. Berlin: Springer Verlag 2001.



Dangelmaier, W.; Warnecke, H.-J.: Fertigungslenkung. Planung und Steuerung des Ablaufs der diskreten Fertigung. Berlin: Springer Verlag 1997.

# Variantenmanagement in der Automobilindustrie

## Strukturplanung von getakteten Produktionslinien in der Montage



Teilungsarten von Montagelinien

Die steigende Variantenvielfalt wird heutzutage von der Mehrzahl der produzierenden Unternehmen als Herausforderung gesehen. Dies gilt auch für die Automobilindustrie, die durch die Möglichkeit einer hohen Individualisierbarkeit der Produkte versucht, eine möglichst große Kundengruppe anzusprechen. Diese Angebotsausweitung führt jedoch an vielen Stellen des Planungs- und Herstellungsprozesses zu einer Komplexitätserhöhung. Insbesondere in der Montage erschwert die Unterschiedlichkeit der Prozesse eine effiziente Produktion.

Die Montage von Aggregaten und Fahrzeugen ist typischerweise nach dem Prinzip einer getakteten Fließproduktion organisiert. Dies hat den Vorteil, dass eine hohe Standardisierung des Arbeitsablaufes erreicht wird und Bestände zwischen einzelnen Bearbeitungsschritten größtenteils vermieden werden können. Aufgrund der Variantenvielfalt findet die Produktion mit der Losgröße 1 statt: Unterschiedliche Produktvarianten können in beliebiger Reihenfolge stattfinden.

Durch die unterschiedlichen Montageprozesse der Produktvarianten entstehen an den einzelnen Arbeitsstationen der Linie schwankende Bearbeitungszeiten. In getakteten Fließproduktionslinien kommt es daher in Abhängigkeit von den jeweils durchzuführenden Montagevorgängen zu Unter- und Überlastungen der Werker. Dabei muss zwischen Produktionslinien mit offenen und geschlossenen Stationsgrenzen unterschieden werden. Im Fall geschlossener Stationsgrenzen darf die Bearbeitungszeit keiner der Varianten über der Taktzeit liegen. Liegt die

Bearbeitungszeit einer Variante unter der Taktzeit, entsteht eine Wartezeit, in der keine wertschöpfende Tätigkeit stattfindet. Durch das Öffnen der Stationsgrenzen wird dagegen ein Ausgleich der Bearbeitungszeiten im Zeitverlauf möglich. Das bedeutet, dass die Bearbeitung nicht zwingend innerhalb des Taktes abgeschlossen werden muss und der Werker über die Stationsgrenze hinaus weiterarbeiten kann. Folgt auf eine solche Überlastung eine Variante mit geringerem Arbeitsumfang, kann der Werker seine Arbeit wieder innerhalb der Station abschließen. Summieren sich die Überlastungen jedoch, nimmt die Abdriftbewegung des Werkers immer weiter zu und die Anforderung einer Unterstützungsarbeitskraft wird notwendig.

Um eine effiziente Montage zu erreichen, müssen sowohl die Zeiten, in denen keine wertschöpfende Tätigkeit stattfindet, als auch die Unterstützereinsätze minimiert werden. Eine zunehmende Unterschiedlichkeit der Bearbeitungszeiten erhöht jedoch die Schwierigkeit bei der Erreichung dieser Ziele. Ein Ansatz zur Lösung dieser Problematik ist, die Unterschiedlichkeit der Produkte bereits bei der Strukturplanung des Montagesystems zu berücksichtigen und die Montagelinien so aufzuteilen, dass über das gesamte Produktionssystem gesehen eine kostenoptimale Produktion möglich wird.

In Zusammenarbeit mit der Daimler AG Forschung wurden daher Verfahren entwickelt, die zur Planung von Montagesystemen mit mehreren Produktionslinien eingesetzt werden können. Betrachtet wurden hierbei sowohl Investitionskosten für die Einrichtung der Produktionsanlagen als auch Kosten, die während des Betriebes entstehen. Aufgrund des unterschiedlichen Funktionsprinzips wurde bei der Entwicklung zwischen Systemen mit offenen und geschlossenen Stationsgrenzen unterschieden. Die entstandenen Forschungsergebnisse und Erkenntnisse werden zurzeit in Optimierungsprojekten mit der Montageplanung weiter untersucht.

### Gefördert durch:

Daimler AG Forschung, Ulm

### Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Ing. Jan Erik Gans

E-Mail: [jgans@hni.upb.de](mailto:jgans@hni.upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251/60 64 99

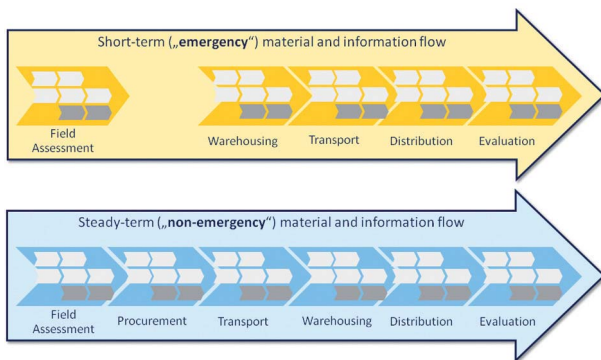
Telefax: +49 (0) 5251/60 64 83

<http://www.hni.upb.de/cim>



# Humanitäre Logistik

Entwicklung eines adaptiven Referenzmodells für logistische Prozesse humanitärer Organisationen



Notfall- und Standardprozesse der Logistik humanitärer Organisationen

Die Arbeit humanitärer Organisationen (HO) ist ins Rampenlicht der Weltöffentlichkeit gerückt, spätestens seit dem ein Erdbeben der Stärke 9,3 Ende 2004 im indischen Ozean eine der schlimmsten Flutwellen der Geschichte auslöste, der mindestens 231.000 Menschen zum Opfer fielen. Diese Organisationen versuchen, das Leid von Opfern durch die Bereitstellung lebenssichernder Güter und Dienstleistungen zu lindern. Die humanitäre Hilfe wird sowohl als Reaktion auf akute Katastrophen geleistet, als auch in chronischen und komplexen Krisen wie beispielsweise in Somalia. Sie lässt sich in vier Kategorien einteilen: Wasserversorgung, Nahrungsmittelversorgung, Unterkunft und non-food Items sowie medizinische Grundversorgung. Bedingt durch Klimawandel, Verteilungskonflikte und Migrationsbewegungen wird die Arbeit der HO immer stärkere Bedeutung erlangen. Zurzeit steht den HO insgesamt ein Budget von ca. 6 Milliarden US-Dollar zur Verfügung, von denen bis zu 80% auf Einkauf, Transport und Logistik verwandt werden.

Die Logistik steht hier vor besonderen Herausforderungen, weil die Arbeit der Logistiker unter extrem hohem Zeitdruck stattfindet und oft mit begrenzten technischen Systemen und Hilfsmitteln durchgeführt werden muss. Durch die spezielle Finanzierung der Projekte mit Spendengeldern sind Investitionsmöglichkeiten begrenzt. Zusätzliche entsteht der Bedarf an Gütern und Dienstleistungen plötzlich und lässt sich nur schwer vorhersagen. Schließlich ist es für eine adäquate Bewältigung der Krisen zwingend erforder-

lich, dass Güter, Ausrüstung und Personal innerhalb kürzester Zeit vor Ort einsatzbereit sind. Dies alles erfordert sehr kurze Reaktions- und Durchlaufzeiten, die nur durch angepasste Strukturen und Prozesse gewährleistet werden können. Darüber hinaus müssen die Organisationen in chronischen Krisen effizient arbeiten und die Stabilität der logistischen Prozesse gewährleisten. Die

Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen wird in diesen Kontexten vorhersagbarer. Rahmenverträge mit Lieferanten können geschlossen werden und Verfahren zur Optimierung beschaffungsseitig als auch distributionsseitig angewandt werden. Diese unterschiedlichen Paradigmen waren bislang nicht im Fokus der humanitären Organisationen. Prozesse wurden ad-hoc durchgeführt, eine Unterscheidung in Notfall- und Standardprozesse findet oft nicht statt, so dass vermeidbare Instabilitäten sowie Lieferzeitverzögerungen entstehen.

Im Rahmen einer Promotion, die vom Fraunhofer Insitut für Materialfluss und Logistik gefördert wird, wird ein adaptives Referenzmodells für logistische Prozesse humanitärer Organisationen entwickelt. Die Arbeit knüpft an neuen Erkenntnissen der adaptiven Referenzmodellierung an und setzt bislang weitgehend semantikfreie Konzepte in einem umfangreichen semantikbehafteten Modell um. Aufbauend auf einer empirischen Analyse des Sektors sowie vorhandenen Referenzmodellen aus dem industriellen Bereich werden Referenzprozesse für die Logistik humanitärer Organisationen entwickelt. Diese Referenzprozesse werden in einem IT-Werkzeug zur adaptiven Referenzmodellierung erstellt und beinhalten sowohl Notfall- als auch Standardprozesse. Durch die Modularität der Prozessmodelle wird eine allgemeine Anwendbarkeit und zukünftige Erweiterbarkeit unterstützt. Humanitäre Organisationen haben mittels der Prozessmodelle die Möglichkeit mit geringem Aufwand Potentiale für Prozessverbesserungen abzuschätzen.



Lager einer humanitären Organisation

#### Projektpartner:

Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik

#### Kontakt:

MSc Alexander Blecken

E-Mail: [blecken@hni.upb.de](mailto:blecken@hni.upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251/60 64 61

Telefax: +49 (0) 5251/60 64 83

<http://www.hni.upb.de/cim>





# Entwicklung eines Verfahrens für die Planung von Fertigungssystemen eines Unternehmens der Schienenfahrzeugindustrie

## Problemstellung

In Produktionssystemen muss eine Vielzahl von Planungsaufgaben durchgeführt werden. Diese Aufgaben sind bereits komplex wenn sie isoliert betrachtet werden, gleichzeitig weisen sie aber auch eine starke Abhängigkeit voneinander auf, die die Komplexität der Entscheidungen noch weiter erhöht. In einem Forschungsprojekt in der Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insb. CIM wird thematisiert, wie mehrere Planungsaufgaben in Produktionssystemen durch ein hierarchisches Verfahren gelöst werden können.

Pate für die Problemstellung stand ein konkretes Problem eines Unternehmens aus der Schienenfahrzeugindustrie – ein Praxisprojekt des Heinz Nixdorf Instituts, das in Kooperation mit dem Fraunhofer Anwendungszentrum für Logistikorientierte Betriebswirtschaft (ALB) durchgeführt wurde. Im betrachteten Unternehmen sollte die Lieferzeit für einen Teil des Produktspektrums stark verringert werden, ohne die Liefertreue und die Kosten in Mitleidenschaft zu ziehen. Diese Maßgabe zeigte auf verschiedenen Planungsebenen Auswirkungen. Auf der langfristigen Planungsebene müssen die Potentialfaktoren, also die Maschinen und die personellen Kapazitäten, des Betriebs so ausgelegt werden, dass das Ziel erreicht werden kann. Auf der kurzfristigen Ebene muss über zu verwendende Dispositionsverfahren und deren Konfiguration sowie Bestände in der Produktion entschieden werden. Diese Entscheidungen weisen eine starke Abhängigkeit voneinander auf. Werden beispielsweise Maschinen verwendet, die hohe Rüstkosten und – dauern erfordern, so führt dies bei der Planung der Dispositionsverfahren tendenziell zu höheren Beständen, da damit größere Produktionslose und im Endeffekt niedrigere Stückkosten realisiert werden können.

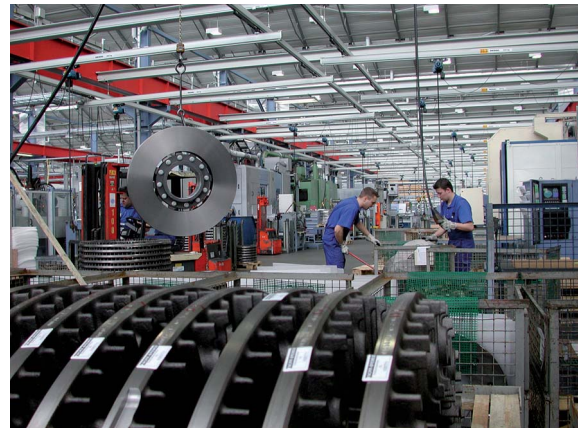
## Lösungsansatz

Die Entscheidungen, die auf den Ebenen getroffen werden, sind voneinander abhängig. Dies führt bei isolierter Betrachtung der Planungsaufgaben zu lokal optimalen Ergebnissen, aber nicht zum globalen Optimum. Gleichzeitig kann das Problem nicht durch ein Totalmodell gelöst werden, dass alle Planungsaufgaben gleichzeitig betrachtet. Ein solches Modell würde einerseits aufgrund der hohen Komplexität zu nicht praktikablen Bearbeitungszeiten führen und andererseits ist es gewünscht, dass die kurzfristige Planungsebene auch losgelöst von den langfristigen Fragestellungen gelöst werden kann.

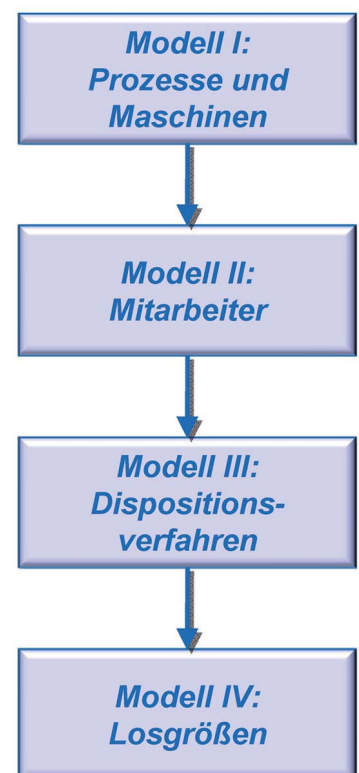
Daher wurde ein hierarchisches Planungssystem entwickelt, dass die Fragestellungen einerseits in unterschiedliche Partialmodelle aufteilt und diese andererseits durch Koordinationsprozesse so miteinander verknüpft, dass letztendlich eine über alle Partialmodelle gute Lösung erreicht wird. Die einzelnen Partialmodelle sind als mathematische Modelle formuliert, die durch einen Solver auch für umfangreiche Problemstellungen in praxisgerechter Zeit gelöst werden können.

## Ergebnisse

Das Planungsverfahren wurde anhand des Praxisbeispiels evaluiert. Dabei wurde für das betrachtete Unternehmen eine Planung durchgeführt, die zu überzeugenden Ergebnissen führte. Es konnte gezeigt werden, dass die Lösungszeiten für die einzelnen Partialmodelle praxisgerecht sind und damit ein regelmäßiger Einsatz des Verfahrens und dessen Einbeziehung in die Geschäftsprozesse des Unternehmens möglich ist.



Montagearbeitsplätze bei einem Unternehmen der Schienenfahrzeugzulieferindustrie (Quelle: Knorr Bremse)



Partialmodelle des hierarchischen Planungsverfahrens

## Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Inf. Thorsten Timm

E-Mail: [timm@hni.upb.de](mailto:timm@hni.upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251/60 64 63

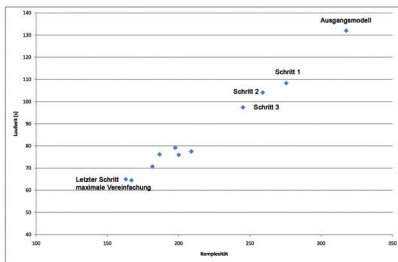
Telefax: +49 (0) 5251/60 64 83

# Materialflusssimulation

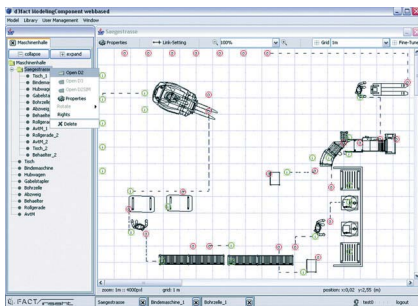
Integration neuer Techniken in den Simulator d<sup>3</sup>FACT insight



Aggregierte Visualisierung in 3D



Abhängigkeit Komplexität zu Laufzeit eines Modells



Modellierungskomponente

## Gefördert durch:

DFG Projekt "Avipasia"

## Projektpartner:

Fachgruppe Algorithmen und Komplexität

## Kontakt:

Dr. Christoph Laroque

E-Mail: laro@hni.upb.de

Telefon: +49 (0) 525160 64 25

Telefax: +49 (0) 525160 64 83

Dipl.-Wirt.-Ing. Daniel Huber

E-Mail: huber@hni.upb.de

Telefon: +49 (0) 525160 64 31

Telefax: +49 (0) 525160 64 83

<http://www.hni.uni-paderborn.de/cim>

d<sup>3</sup>FACT ist ein Materialflusssimulator, dessen Hauptaugenmerk die interaktive und immersive 3D-Visualisierung der Simulation und der quelloffene und somit frei erweiterbare auf Java basierende Simulatorekern ist. In den letzten Jahren konnten so viele neu entwickelte Methoden im Bereich Simulationsmethodik und Computergrafik prototypisch implementiert und ihre Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden. In diesem Jahr wurden zwei Projekte wesentlich vorangetrieben, die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen.

## Projekt 1: Aggregierte Visualisierung multipler paralleler Simulationen

Wegen der stochastischen Eigenschaft (bspw. zufällige Ausfälle und Bearbeitungszeiten) von gebräuchlichen Simulationsmodellen, müssen zur Gewinnung aussagekräftiger Daten mehrere Simulationsläufe eines Modells durchgeführt werden, in denen sich jeweils die Zufälligkeiten unterscheiden. Bei der Visualisierung von Simulation wird aber für gewöhnlich nur eine Simulation betrachtet, daraus folgt, dass das beobachtete Verhalten des Modells nicht genutzt werden kann um aussagekräftige Ergebnisse zu gewinnen. Um diesen Nachteil zu beseitigen wurde in diesem Projekt ein System erstellt, bei dem mehrere Simulationen synchron auf Knoten des PC<sup>2</sup>-Computerclusters ausgeführt werden und die Visualisierung der Simulationen in einem einzigen Anzeigefenster aggregiert wird. Der Benutzer sieht also nicht nur eine Simulation sondern mehrere. Wie im Bild links oben dargestellt, erfolgt die Aggregation mittels der Überlagerung von Transparenzen, Objekte die solide aussehen, sind in vielen Simulationen zur selben Zeit am selben Ort. Objekte, die sehr durchscheinend sind, sind nur in wenigen Simulationen am selben Ort. Es entsteht somit ein „visueller Mittelwert“. Als zusätzlicher Nutzen entsteht die Möglichkeit zur Laufzeit Daten von allen Simulationen zu sammeln und statistisch aufbereitete Daten (bspw. Aus-

lastung, Störzeiten, ...) zu liefern, welche ansonsten erst nach der sequentiellen Durchführung aller Simulationen berechnet werden könnten. Dieses Projekt wird von der DFG gefördert und befindet sich in einem fortgeschrittenen Prototypenstadium.

## Projekt 2: Geregelte Vereinfachung von Modellen

In letzter Zeit besteht die Tendenz immer größere und detailliertere Modelle zu erstellen, zum einen bedingt durch den unternehmensweiten Einsatz von Materialflusssimulation, zum anderen einzig aus der Möglichkeit solche Modelle zu erstellen und zu verwalten, weil Simulationstools besser geworden sind. Diese Modelle weisen allerdings eine sehr schlechte Laufzeit auf, d.h. die Realzeit die für die Berechnung einer Menge Simulationszeit benötigt wird ist lang. Die Modellvereinfachung ist eine Möglichkeit die Laufzeit zu verbessern. Da Modelle ständig weiterentwickelt werden, ist es ein besonderer Anreiz die Vereinfachung zu automatisieren, so dass nur das Modell der höchsten Komplexität weiterentwickelt werden muss und die Vereinfachung automatisch erstellt werden kann. Dabei kann durch eine automatische Vereinfachung, ein iterativer Vorgang, die Komplexität von Modellen gesenkt werden, was gleichzeitig auch eine Verringerung der Laufzeit bewirkt (vgl. Bild links mitte und unten). Eine wesentliche Prämisse bei der Anwendung von Vereinfachungsmethoden ist, dass sich das Verhalten des erzeugten Modells nicht signifikant von dem Ausgangsmodell unterscheiden darf. Deshalb ist die Vereinfachung in diesem Projekt in einen Regelkreis eingebettet, um zu erreichen, dass Vorgabewerte für Komplexität und Verhaltensabweichung eingehalten werden. Dieses Projekt befindet sich in einem fortgeschrittenen Prototypenstadium mit dem die eingesetzten Methoden weiter optimiert und erste Ergebnisse erzielt werden.

# Integrierte, operative Produktionsplanung

Konzepte und Methoden zur operativen Produktionsplanung bei der KEIPER GmbH & Co. KG

In Folge von gestiegenen Rohstoffpreisen und großem Preisdruck seitens der Automobilhersteller hat sich der Druck auf viele Automobilzulieferer erhöht. Um die Konkurrenzfähigkeit sicherzustellen, sehen sich die Automobilzulieferer gezwungen, umfassende organisatorische und technologische Anpassungen in den unterschiedlichsten Bereichen vorzunehmen. Die Senkung von Produktionskosten spielt dabei eine zentrale Rolle. Steigende Transportkosten führen dazu, dass neben der Verlagerung von Produktionsstandorten in Niedriglohnländer auch die Analyse und Optimierung der Produktion an bestehenden Produktionsstandorten immer mehr an Bedeutung gewinnt. Die technologische Unterstützung der bisher oft manuell durchgeführten Planung und Steuerung der Produktion ergibt große Verbesserungspotentiale. Zudem werden durch die Steigerung der Variantenanzahl, die die Komplexität des Planungsproblems erhöht, technische Lösungen zur Produktionsplanung immer wichtiger, um Produktionspläne zu generieren, die den Zielsetzungen des Unternehmens entsprechen.

In einem Kooperationsprojekt mit der Firma Keiper GmbH & Co. KG, die Sitzkomponenten, Sitzstrukturen und umfassende Entwicklungsleistungen anbietet, und der International Graduate School in Paderborn, werden Konzepte und Methoden entwickelt, die die Produktionsplanung und -steuerung unterstützen.

Um eine rechnerunterstützte Planung realisieren zu können, ist es erforderlich, relevante Systembereiche zu analysieren und schrittweise in ein berechenbares Modell zu überführen (vgl. Bild rechts oben).

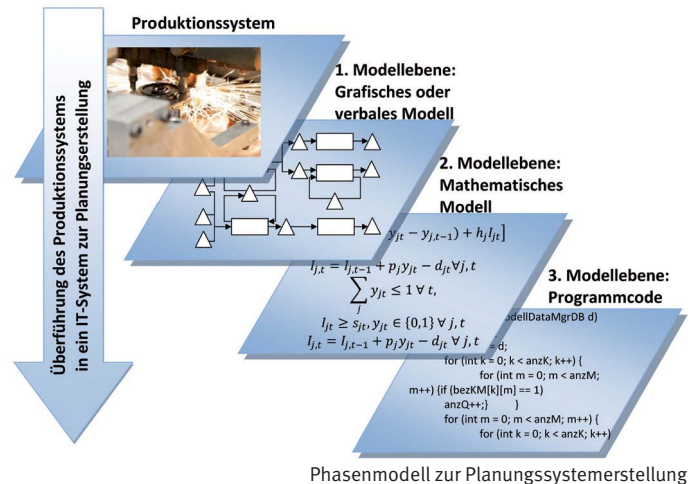
Im aktuellen Projekt werden dabei vor allem die Produktionsbereiche betrachtet, für die eine hohe Auslastung von großem Interesse ist, da diese einen Engpass darstellen oder kapitalintensive Anlagen beinhalten. Sehr wichtig ist dabei, dass die in der Wirklichkeit auftretenden Nebenbedingungen in dem Modell berücksichtigt werden, damit generierte

Planungslösungen auch umgesetzt werden können. In der Praxis treten viele solcher Nebenbedingungen unterschiedlichster Art auf, die sich im Zeitverlauf, beispielsweise in Abhängigkeit von Schichten oder Wochentagen, ändern können.

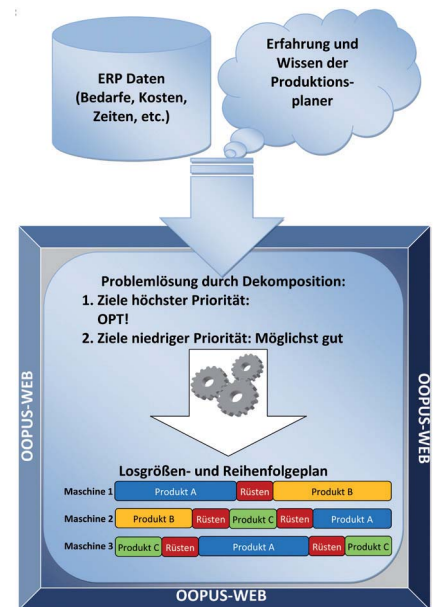
Durch eine Dekomposition des Planungsproblems wird nicht nur die Rechenzeit begrenzt, sondern auch eine Priorisierung der Ziele und Nebenbedingungen möglich. Eine der entwickelten Methoden berücksichtigt nur die wichtigsten Aspekte in einem Optimierungslauf, wohingegen weniger wichtige Aspekte in einem nachgeschalteten Verbesserungsverfahren in bestimmten Toleranzbereichen berücksichtigt werden. Neben der Verringerung des Rechenaufwands, wird dadurch verhindert, dass gute Lösungen aufgrund von weniger wichtigen Nebenbedingungen und Zielen verworfen werden (vgl. Bild rechts).

Die Erhöhung der Reagibilität auf unvorhergesehene Ereignisse durch eine Verkürzung der Planungszeit, eine verbesserte Termintreue für die Erfüllung von Kundenaufträgen und die Minimierung der Produktionskosten gehören zu den angestrebten Zielen, die durch die konzipierte Softwarelösung zur Losgrößen- und Reihenfolgeplanung erreicht werden sollen.

Ein weiteres Ziel ist die Dezentralisierung der Produktionsplanung. Die Integration der Softwarelösung in die flexible Plattform für die Implementierung von PPS-Werkzeugen, OOPUS-Web, welche an der Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insb. CIM, entwickelt wird, ermöglicht die Dezentralisierung der Produktionsplanung und beschleunigt den Implementierungsprozess.



Phasenmodell zur Planungssystemerstellung



Reihenfolgeplanung mit OOPUS-WEB

**Gefördert durch:**  
Keiper GmbH und Co. KG

**Kontakt:**  
Dipl.-Wirt.-Inf. Daniel Brodtkorb  
E-Mail: daniel.brodtkorb@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251160 64 87  
Telefax: +49 (0) 5251160 64 83



# Rechnerintegrierte Produktion



## Erfolgspotentiale der Zukunft erkennen und erschließen

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Produkt- und Produktionssysteminnovationen sind der entscheidende Hebel für Zukunftssicherung und Beschäftigung. Der Maschinenbau und verwandte Branchen, wie die Automobilindustrie, nehmen heute eine Schlüsselstellung ein. Diese Branchen weisen aber auch erhebliche Erfolgspotentiale der Zukunft auf. Diese gilt es, frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig zu erschließen.

Informations- und Kommunikationstechnik führt nicht nur zu Produktivitätssteigerungen – es entstehen auch neue Produkte und neue Märkte. Unser Ziel ist die Steigerung der Innovationskraft von Industrieunternehmen. Dafür erarbeiten wir Methoden und Verfahren. Diese strukturieren wir in vier Ebenen (siehe 4-Ebenen-Modell). Unsere Forschungsschwerpunkte sind:

■ **Strategische Produkt- und Technologieplanung**

Im Vordergrund steht die Ermittlung der Anforderungen an die Produkte für die Märkte von morgen. Im Prinzip geht es um die Antizipation der Entwicklung von Technologien und Märkten und die Erarbeitung von Technologie-, Produkt- und Geschäftsstrategien.  
(www.innovations-wissen.de)

■ **Entwicklungsmethodik Mechatronik**

Darunter fallen die domänenübergreifende Konzipierung und Spezifikation mechatronischer Systeme, Methoden zur Steigerung der Zuverlässigkeit solcher Systeme sowie Entwicklungsleitfäden für Produkte, die neue Technologien wie MID (Molded Interconnect Devices) beinhalten.  
(www.TransMechatronic.de)

■ **Produktionssystemplanung**

Es geht um die strategisch begründete Projektierung von Produktionssystemen für mechatronische Erzeugnisse; Arbeitsablaufplanung, Arbeitsstättenplanung, Arbeitsmittelplanung und Produktionslogistik werden im Wechselspiel bearbeitet.

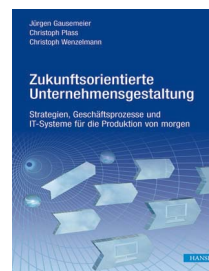
■ **Virtual Reality und Augmented Reality**

Diese Technologien bieten neue Möglichkeiten für das Virtual Prototyping. Ferner wird der Zugang der Benutzer zu erklärungsbedürftigen Produkten und komplexen technischen Systemen verbessert.

(www.ViProSim.de)

Die UNITY AG ist die erste Adresse, wenn es um den Transfer dieser Leistungen in die Praxis geht. Mehr als 140 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter helfen Ihnen gerne weiter. (www.unity.de)

Mit unserer Lehre verfolgen wir das Ziel, den Studierenden ein umfassendes Bild moderner Industrieunternehmen zu vermitteln, die Erfolgspotentiale der Zukunft darzustellen und Wege aufzuzeigen, diese zu erschließen. Unsere Studierenden erhalten die Kompetenzen, auf die es in der Industrie morgen ankommt.



**NEU! Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung** – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, 2009



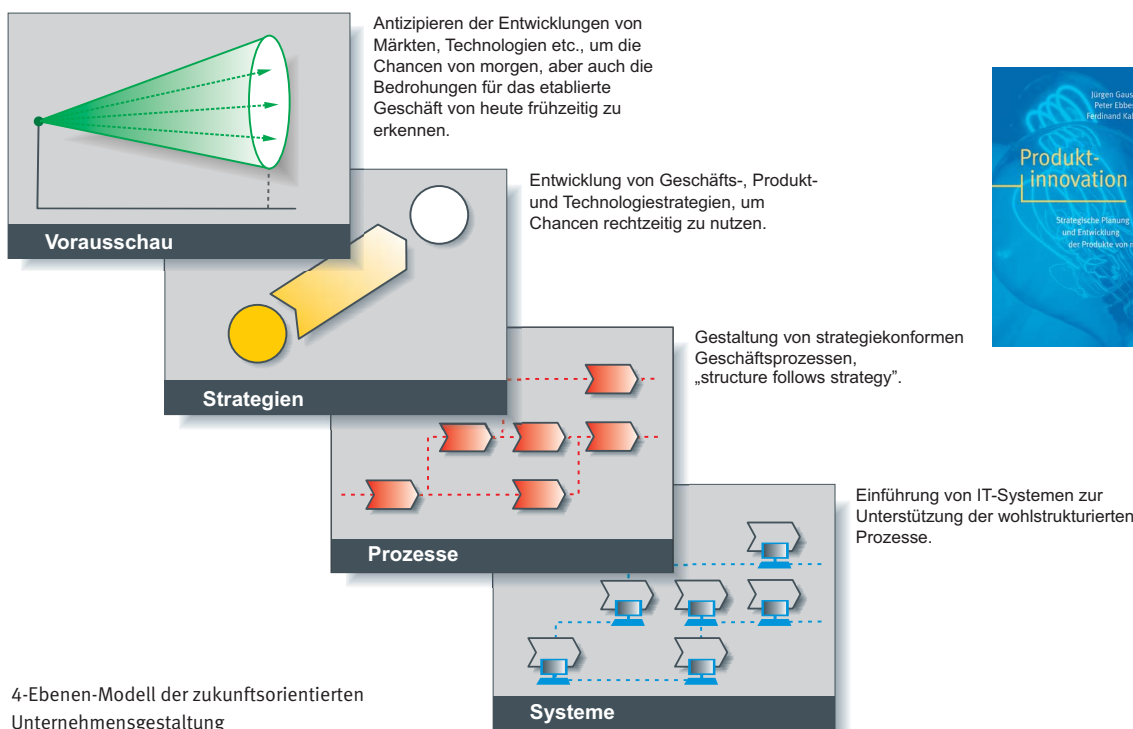
**Vernetzte Produktentwicklung** – Ein systematischer Handlungsleitfaden für den Aufbau eines internetbasierten Wissensmanagements für die Produktentwicklung. Carl Hanser Verlag, 2006



**Planung der Produkte und Fertigungssysteme für die Märkte von morgen.** VDMA-Verlag, 2004



**Produktinnovation** – Ein Handbuch für die Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. Carl Hanser Verlag, 2001



# Rationelle Erstellung von Markt- und Umfeldszenarien

Verbundprojekt mit der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA)



Innovative Lösungen der Antriebstechnik



**Strategische Technologieplanung mit Zukunfts-Szenarien** – Methoden, Hilfsmittel, Beispiele. VDMA-Verlag, 2008

Die Antriebstechnik ist eine der international erfolgreichsten Branchen des deutschen Maschinenbaus. Die primär mittelständischen Unternehmen der Antriebstechnik zeichnen sich dabei durch ihre Flexibilität und Schnelligkeit aus. Für die Erhaltung und den Ausbau der Spitzenposition im internationalen Wettbewerb ist ein vorausschauendes Denken wichtig. Ein geeignetes Werkzeug, um die Zukunft vorzudenken und zukünftige Erfolgspotentiale aufzuspüren, ist die Szenario-Technik. Das Heinz Nixdorf Institut hat daher in einem Projekt mit der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) ein Informationssystem entwickelt, das Unternehmen in die Lage versetzt, Zukunftsszenarien präzise, kostengünstig und schnell zu erstellen.

## Die Menge der Informationen bewältigen

Szenarien beruhen auf einer größeren Anzahl von Einflussfaktoren und Zukunftsprojektionen, die relevante Märkte und Geschäftsumfelder charakterisieren. Üblicherweise entfällt erheblicher Aufwand auf die Recherche von Informationen für die Beschreibung der relevanten Faktoren, die kreative Antizipation zukünftiger Entwicklungen und die Vernetzung der Faktoren mit Hilfe einer Konsistenzanalyse. Unsere Erfahrung zeigt, dass ein großer Teil von Einflussfaktoren und Projektionen für eine Branche gleich ist. Dies bezieht sich insbesondere auf globale, aber auch auf branchenspezifische Faktoren. Es liegt daher nahe, ein-

mal recherchierte Informationen und erhobene Daten systematisch abzulegen, aufzubereiten und regelmäßig zu aktualisieren.

## 67 Einflussfaktoren beschreiben die Zukunft der Branche

In dem Forschungsprojekt mit der FVA wurden insgesamt 40 Faktoren des weiteren Unternehmensumfeldes aus den Einflussbereichen „Allgemeine Technologieentwicklung“, „Ökonomie“, „Umwelt“, „Politik“ und „Gesellschaft“ erarbeitet. Beispielhaft wurden die Faktoren des weiteren Umfeldes für die Regionen Deutschland/Zentraleuropa, Russland/Osteuropa sowie für China detailliert beschrieben. Hinzu kommen 27 branchenspezifische Faktoren für die Antriebstechnik aus den Bereichen „Wettbewerber“, „Lieferanten“, „Kunden“, „Branchenspezifische Technologie“ und „Substitute“. Durch die bereitgestellten Informationen und Zukunftsprojektionen kann jeder Einflussbereich zu in sich schlüssigen Zukunftsbildern, sog. Teilszenarien, kombiniert werden.

## Informationsbasis für den Praktiker

Das entwickelte Informationssystem erlaubt einen schnellen Zugriff auf relevante Informationen, um Markt- und Umfeldszenarien verschiedener Regionen oder Länder effizient zu erstellen. Dabei wird der Anwender Schritt für Schritt durch den Prozess der Szenario-Erstellung geführt. Er kombiniert die in der Informationsbasis bereitgestellten Faktoren mit

unternehmensspezifischen Informationen und gelangt so zu unternehmensspezifischen, aussagekräftigen Szenarien, die die Grundlage für eine fundierte strategische Planung bilden. Der Aufwand der Szenario-Erstellung wird durch die 67 hinterlegten Faktoren und die in sich schlüssigen Teilszenarien somit auf ein Minimum reduziert.

### Gefördert durch:

Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA)  
<http://www.fva-net.de>

### Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Ing. Felix Reymann  
E-Mail: [Felix.Reymann@hni.upb.de](mailto:Felix.Reymann@hni.upb.de)  
Telefon: +49 (0) 525160 62 64  
Telefax: +49 (0) 525160 62 68

Dipl.-Wirt.-Ing. Stephan Ihmels  
E-Mail: [Stephan.Ihmels@hni.upb.de](mailto:Stephan.Ihmels@hni.upb.de)  
Telefon: +49 (0) 525160 62 37  
Telefax: +49 (0) 525160 62 68

<http://www.hni.uni-paderborn.de/rip>

Auswahl von Teilszenarien und Einflussfaktoren in der Informationsbasis



# Innovations-Datenbank

Einführung der Innovations-Datenbank zur strategischen Produkt- und Technologieplanung bei der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG

Innovationen erfordern Technologiewissen. Der Erfolg von Marktleistungen von Unternehmen u.a. der Antriebstechnik ist geprägt durch den Einsatz von Technologien. Dabei geht es darum, die Chancen aus der technologischen Entwicklung und der Entwicklung von Märkten zu erkennen und daraus Schlüsse für die Gestaltung der Marktleistung von morgen zu ziehen. Die Unternehmen müssen also beides beherrschen, den Technology Push und den Market Pull. In diesem Kontext haben wir in Zusammenarbeit mit der UNITY AG ein Konzept zur strategischen Produkt- und Technologieplanung mit der Innovations-Datenbank entwickelt und bei der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG erfolgreich eingeführt.

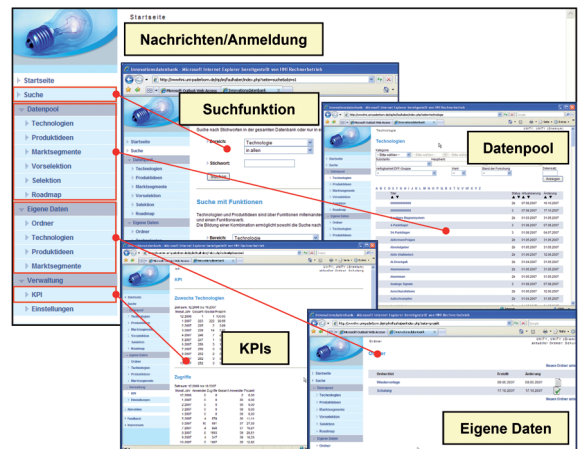
## Konzeption - Inhalte und Ergebnisse der Innovations-Datenbank

Im Zentrum unserer Konzeption zur strategischen Produkt- und Technologieplanung steht die Innovations-Datenbank. Das Wissen über Produktideen, Technologien und die zukünftige Entwicklung von Marktsegmenten eines Unternehmens ist mit der Innovations-Datenbank transparent und funktionsbereichsübergreifend zugänglich. Das Redaktionskonzept ermöglicht die einfache Pflege der Inhalte, aktuell u.a. rund 350 Technologien. Verschiedene Präsentationsformen

bieten eine zielgruppengerechte Darstellung der Inhalte, bspw. für Sitzungen des Innovationsteams oder Produktkonzipierungs-Workshops. Die Innovations-Datenbank ermöglicht darüber hinaus, in morphologischen Kästen erste Prinziplösungen für Produktideen zu erstellen und die Planung der einzusetzenden Technologien in Technology-Roadmaps zu visualisieren.

## Umsetzung

In Workshops wurden die einzelnen Phasen der strategischen Technologieplanung durchlaufen und die Mitarbeiter des Unternehmens in relevanten Methoden, wie Szenario-Technik, Delphi-Befragung, Portfolio-Analyse und Technology-Roadmapping geschult. Neben der methodischen Unterstützung wurden in Recherchen und Workshops Technologien und Produktideen identifiziert, die für Faulhaber zukünftig relevant sind. Diese wurden in die Innovations-Datenbank übertragen, die den Innovationsprozess von der ersten Idee bis zum Entwicklungsauftrag abbildet. Die Effizienz des Innovationsmanagements bei Faulhaber konnte signifikant gesteigert werden.



KPI: Key Performance Indicator  
Navigationsstruktur der Innovations Datenbank

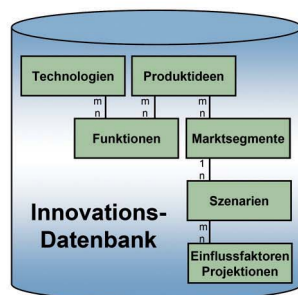
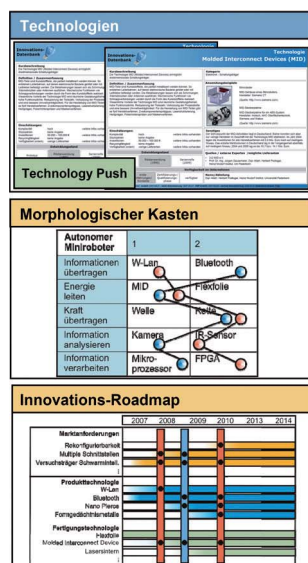
**FAULHABER GROUP**  
*We create motion*

**UNITY**

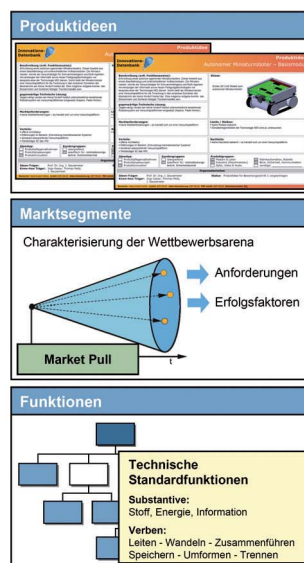
**Projektpartner:**  
Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG  
UNITY AG

**Kontakt:**  
Dipl.-Wirt.-Ing. Volker Brink  
E-Mail: Brink.Volker@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 525160 62 64

Dipl.-Wirt.-Ing. Stephan Ihmels  
E-Mail: Stephan.Ihmels@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 525160 62 37  
Telefax: +49 (0) 525160 62 68



■ Inhalte  
■ Ergebnisse

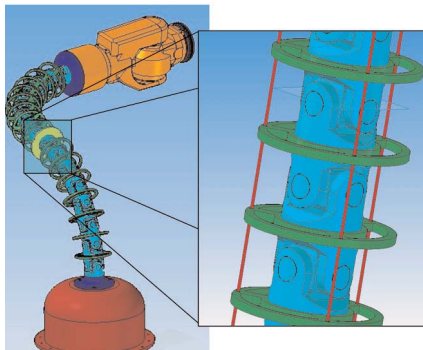


# Projektseminar Produktinnovation

## Moderne Ingenieurausbildung hilft Unternehmen



Die Teilnehmer und Betreuer eines Projektseminars nach der gelungenen Abschlusspräsentation



Konzept für einen innovativen flexiblen Handhabungsroboter aus einem kleineren Projektseminar mit der Wilfried Strothmann GmbH

Im Rahmen des Projektseminars Produktinnovation bearbeiten acht Studierende und zwei wissenschaftliche Mitarbeiter ein konkretes Produktinnovationsprojekt eines Partnerunternehmens. Das Projekt läuft über 20 Wochen. Die methodische Basis bildet der Zyklus der strategischen Produktplanung im 3-Zyklen-Modell der Produktentstehung.

**Inhaltliches Ziel** ist die fundierte Konzeption eines neuen Geschäfts, auf deren Grundlage ein Unternehmen über den Eintritt in dieses Geschäft und die damit verbundenen Investitionen entscheiden kann. Die Ergebnisse sind im Einzelnen: Produktkonzeption, Produktionssystemkonzeption, Geschäftsstrategie, Produktstrategie und Geschäftsplan.

**Didaktisches Ziel** ist die maßgebliche Beteiligung von Studierenden an einem anspruchsvollen Strategieprojekt in der Industrie, in dessen Verlauf folgende Fähigkeiten vermittelt werden:

- Methodik der strategischen Produktplanung
- Projektmanagement
- Rede- und Präsentationstechnik
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit im Team unter Zeitdruck

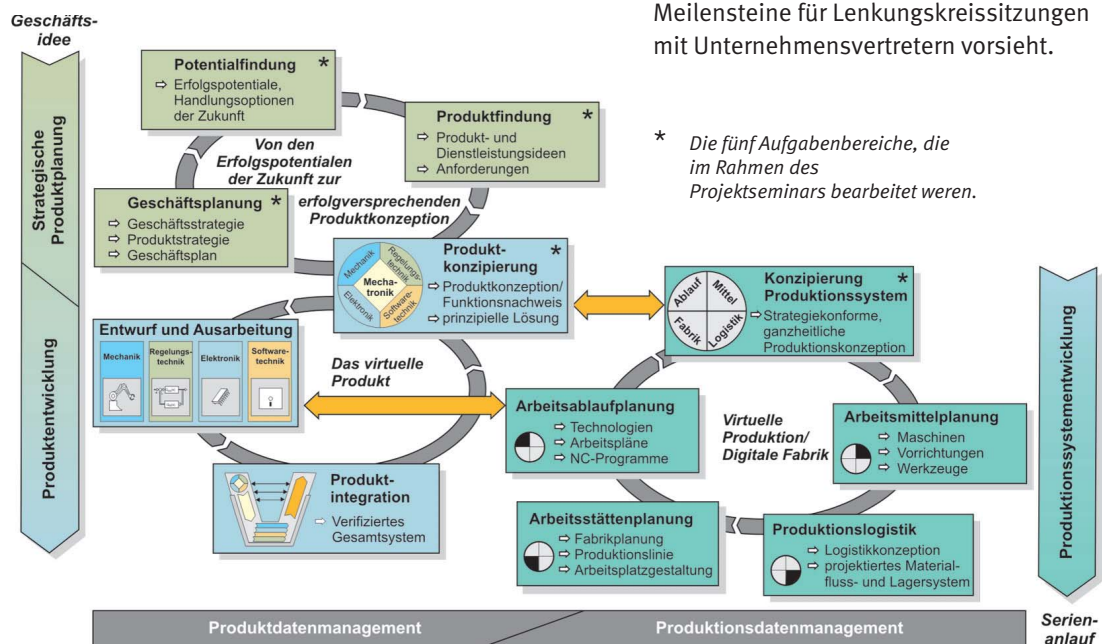
### So gehen wir vor

Es werden die im Bild dargestellten Aufgaben bearbeitet:

- **Potentialfindung:** Antizipation von Entwicklungen von Märkten und Technologien; Erkennen von Erfolgspotentialen.
- **Produktfindung:** Ermittlung von Produkt- und Dienstleistungsideen, Konkretisierung der Produktideen; Ermittlung von Anforderungen.
- **Produktkonzipierung:** Entwicklung der prinzipiellen Lösung (technische Konzeption) für das Produkt.
- **Konzipierung Produktionssystem:** Der Schwerpunkt liegt auf der Arbeitsablaufplanung, einer Make or Buy-Empfehlung sowie der Abschätzung der Herstellkosten.
- **Geschäftsplanung:** Entwicklung der Geschäfts- und Produktstrategie sowie des Geschäftsplans.

Somit werden Marketing- und Technikaspekte gleichermaßen behandelt.

Den Schwerpunkt bei der Bearbeitung der fünf dargestellten Aufgabenbereiche und die Auswahl der einzusetzenden Methoden hängt von der spezifischen Aufgabenstellung des Unternehmens ab. Zu Beginn des Seminars wird in Absprache mit dem Unternehmen ein Arbeitsplan entwickelt, der insbesondere die Meilensteine für Lenkungskreissitzungen mit Unternehmensvertretern vorsieht.



**Projektreferenz:**  
Miele & Cie. KG

**Kontakt:**  
Dipl.-Wirt.-Ing. Karsten Stoll  
E-Mail: Karsten.Stoll@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 525160 62 43  
Telefax: +49 (0) 525160 62 68

# SFB 614 Teilprojekt B2

Fachgebietsübergreifende Spezifikation der Produktkonzeption als Basis für die Kommunikation und Kooperation von Entwicklern

Der 2002 eingerichtete Sonderforschungsbereich 614 ist eines der Schwerpunktforschungsprojekte des Heinz Nixdorf Instituts. Prof. Gausemeier ist Sprecher des SFB 614 und mit seiner Fachgruppe an den drei Teilprojekten A2 „Verhaltensorientierte Selbstoptimierung“, B3 „Virtual Prototyping“ und B2 „Entwurfsmethodik“ beteiligt.

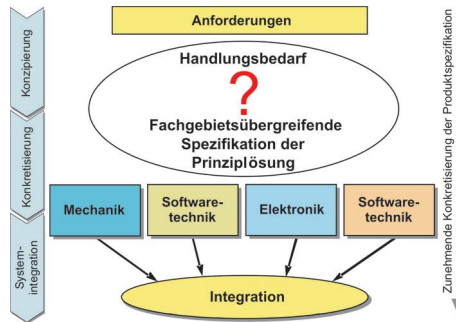
### Zielsetzung

Das Teilprojekt B2 „Entwurfsmethodik“ integriert die Erkenntnisse aller Teilprojekte im SFB zu einem Entwurfsinstrumentarium, mit dem Dritte in die Lage versetzt werden, selbstoptimierende Systeme zu entwickeln. Den Kern bildet eine Methodik zur Konzipierung eines intelligenten mechatronischen Systems.

### Vorgehensmodell Konzipierung

Das Vorgehen bei der Konzipierung umfasst vier Phasen. In der Phase *Planen und Klären der Aufgabe* werden die Aufgabenstellung identifiziert und die Anforderungen an das System erarbeitet. Darauf aufbauend werden in der *Konzipierung auf Systemebene* für verschiedene Anwendungsszenarien Lösungsvarianten entwickelt und zur Prinziplösung auf Systemebene zusammengeführt. In der *Konzipierung auf Modulebene* wird

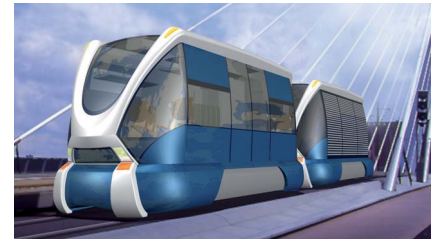
das System modularisiert und für jedes Modul werden wiederum Prinziplösungen erarbeitet. Abschließend werden diese in der *Konzeptintegration* zur Prinziplösung des Gesamtsystems zusammengefasst.



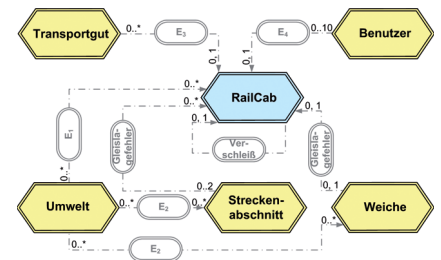
Handlungsfeld: Fachgebietsübergreifende Spezifikation der Prinziplösung

### Fachgebietsübergreifende Spezifikation

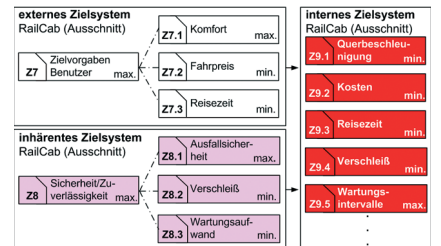
Für die fachgebietsübergreifende Spezifikation der Prinziplösung eines hoch komplexen Systems ist diese in Aspekte zu gliedern. Die Aspekte werden mit der im Teilprojekt entwickelten Spezifikationstechnik ganzheitlich beschrieben. Sie werden rechnerintern durch Partialmodelle repräsentiert. Die Spezifikation der Prinziplösung ist Grundlage für die Kommunikation und Kooperation der Entwickler aus den beteiligten Fachgebieten im Zuge der weiteren Konkretisierung, in deren Verlauf parallel gearbeitet wird.



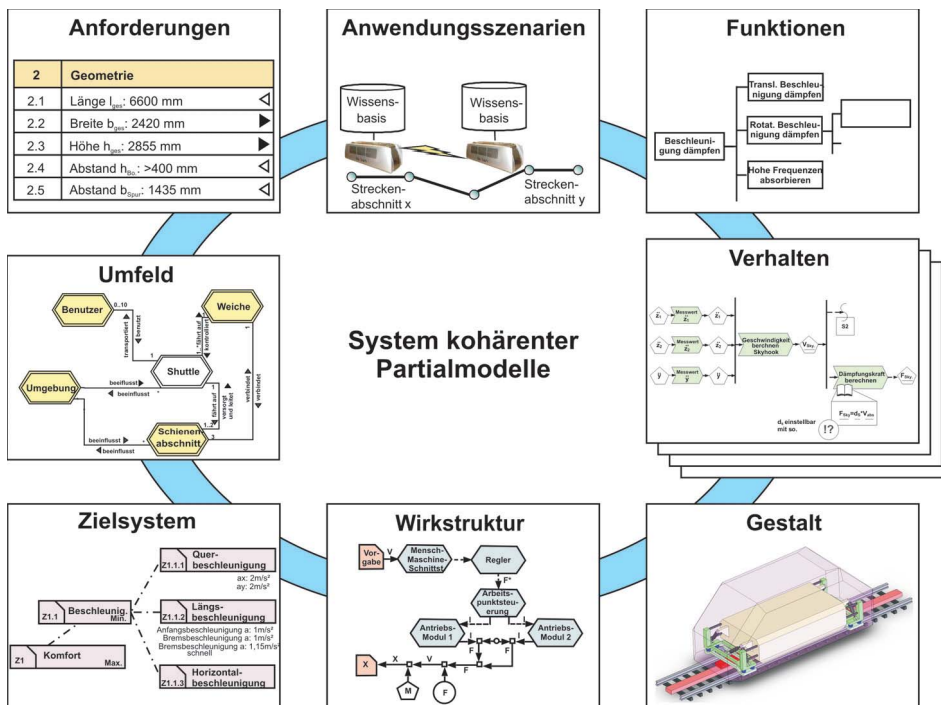
Das innovative Bahnsystem RailCab



Das Partialmodell Umfeld eines Fahrzeugs (Ausschnitt)



Das Partialmodell Zielsystem eines Fahrzeugs (Ausschnitt)



Partialmodelle zur fachgebietsübergreifenden Beschreibung der Prinziplösung selbstoptimierender Systeme

Gefördert durch:  
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:  
Dipl.-Wirt.-Ing. Sascha Kahl  
E-Mail: Sascha.Kahl@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251160 62 59  
Telefax: +49 (0) 5251160 62 68

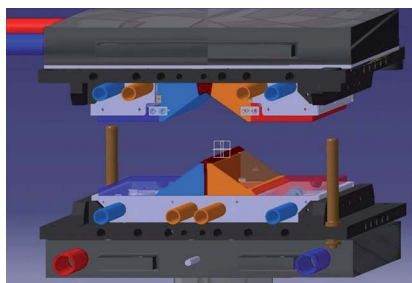


# Planung von Fertigungsprozessen gradierter Strukturen

Sonderforschungsbereich Transregio 30 Teilprojekt D5 - Von der Bauteilbeschreibung zum Fertigungsprozess



Lokal induktiv erhitze Stahlwelle im Umformprozess (Teilprojekt A1, Prof. Steinhoff, Universität Kassel)



Werkzeug zur Herstellung von Bauteilen aus eigenverstärkten thermoplastischen Gradientenwerkstoffen (Teilprojekt A5, Prof. Bledzki, Universität Kassel)

Das Ziel des SFB TR 30 ist die Erforschung gradierter Strukturen und ihrer Herstellungsverfahren. Im Teilprojekt D5 wird ein integriertes Syntheseverfahren zur Planung und Auswahl der Herstellverfahren entwickelt.

## Gradierte Strukturen

Das sind Bauteile, die gezielt auf den Anwendungsfall abgestimmte Eigenschaften enthalten. Unter anderem können Härte oder Dämpfungsverhalten über den Bauteilquerschnitt variabel eingestellt werden. Die Einstellung der Eigenschaften erfolgt dabei prozessintegriert während der Formgebung. Dieses Verfahren eröffnet insbesondere für den Leichtbau in der Automobil- und Luftfahrtindustrie neue Möglichkeiten: Bauteile aus nur einem Werkstoff bilden eine ressourcenschonende Alternative zu Verbundwerkstoffen.

## Synthese von Herstellprozessen

Die Bauteileigenschaften werden durch die Fertigungstechnologien determiniert. Bauteil- und Fertigungsprozessbeschreibung müssen daher im Wechselspiel und integrativ vorgenommen werden. Hierzu wird ein Instrumentarium benötigt, das ausgehend von der Bauteilbeschreibung eine Synthese des Fertigungsprozesses ermöglicht. Dieses Syntheseverfahren entsteht im Teilprojekt D5. Grundlage des Verfahrens ist eine Wissensbasis, die Informationen zu Fertigungstechnologien für gradierte Strukturen enthält. Für die Herstellung einer Welle mit gradierten

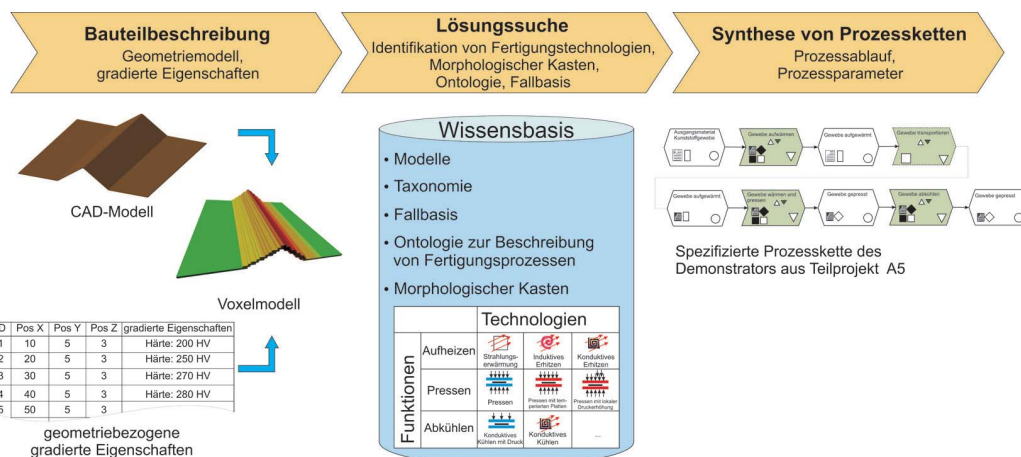
Eigenschaften besteht der Fertigungsprozess aus folgenden Arbeitsvorgängen: 1) Rohling induktiv erhitzen, 2) freie Umformung und Kühlung und 3) werkzeuggebundene Umformung und Kontaktkühlung.

## Vorgehensweise

Den Ausgangspunkt bildet eine Bauteilbeschreibung. Das CAD-Modell des Bauteils wird in ein Voxelmodell überführt. Jedem der Volumenelemente (Voxel) werden Informationen über die Werkstoffeigenschaften zugeordnet. Aus dieser Bauteilbeschreibung wird der notwendige Fertigungsprozess abgeleitet. Zunächst werden die Fertigungsfunktionen identifiziert, die die spezifizierten Bauteileigenschaften fertigen können. Die Fertigungsfunktionen werden in einem Morphologischen Kasten möglichen Fertigungstechnologien gegenübergestellt, welche anschließend zu Prozessketten verknüpft werden. Dieses Verfahren wird durch eine Fallbasis und eine Ontologie unterstützt. Aus der Menge aller möglichen Prozessketten werden mit Hilfe empirischer Modelle diejenigen identifiziert, die die gewünschten Bauteileigenschaften optimal herstellen können.

## Spezifikation der Prozessketten

Zur Beschreibung der ausgewählten Prozessketten nutzen wir eine Spezifikationstechnik, die eine allgemeinverständliche Beschreibung des Fertigungsprozesses erlaubt.



### Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft  
<http://www.transregio-30.com>

### Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Ing. Dominic Dettmer  
E-Mail: [dominic.dettmer@hni.up.de](mailto:dominic.dettmer@hni.up.de)  
Telefon: +49 (0) 52 5160 62 62  
Telefax: +49 (0) 525160 62 68

# Virtual Prototyping Plattform

## Unterstützung des Entwurfs mechatronischer Fahrzeugsysteme

Ziel der Virtual Prototyping Plattform ist, den Entwurf mechatronischer Fahrzeugsysteme zu unterstützen.

### “Vorausschauendes” Kurvenlicht

Auf der Basis des am Heinz Nixdorf Institut entwickelten Fahrsimulators Virtual Night Drive (VND) wurde in Kooperation mit dem Projektpartner Visteon Deutschland die Virtual Prototyping Plattform für die virtuelle Erprobung des Predictive Advanced Frontlighting System (PAFS, vorausschauendes Kurvenlicht) weiterentwickelt. PAFS erkennt den Kurvenverlauf anhand von on-board GPS und einer digitalen Straßenkarte noch bevor das Fahrzeug die Kurve erreicht, schwenkt die Scheinwerfer frühzeitig in den Kurvenverlauf und verbessert so die Ausleuchtung des Straßenraums.

Zur Optimierung der Ausleuchtung müssen zahlreiche Kontrollparameterwerte des Schwenkalgorithmus aufeinander abgestimmt und im Rahmen einer virtuellen Nachtfahrt evaluiert werden. Dafür wurde die 4 km lange Visteon-Versuchsstrecke in der Eifel nachgebildet. Für Software-in-the-Loop Analysen kann das original Schwenkmodul eines Scheinwerfersystems an die Virtual Prototyping Plattform angeschlossen werden. Das System wurde von Visteon auf der Ford-Techshow im April 2008 ausgestellt und stieß auf reges Interesse seitens des Fachpublikums.

### Adaptive Leuchtweitenregelung

Für die Erprobung von Systemen zur adaptiven Leuchtweitenregelung wurde die Virtual Prototyping Plattform um eine Regelung erweitert, die den Neigewinkel der Fahrzeugscheinwerfer an die aktuelle Fahrsituation anpaßt. Die Virtual Prototyping

Plattform unterstützt die Abstimmung der Kontrollparameterwerte für den Leuchtweitenalgorithmus im Rahmen einer virtuellen Nachtfahrt.

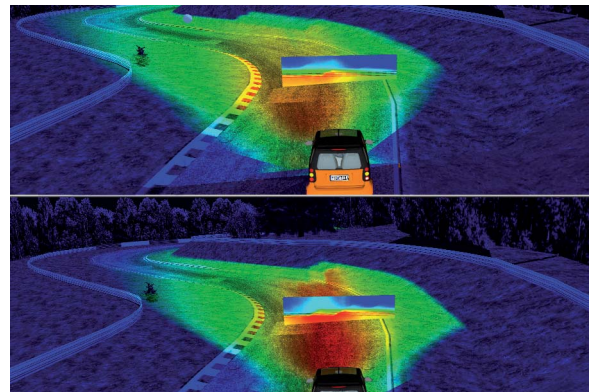
Während konventionelle Leuchtweitenregelungen lediglich Nickbewegungen des Fahrzeugs beim Beschleunigen und Abbremsen auf ebener Fahrbahn ausgleichen, passen sich adaptive Leuchtweitenregelungen zusätzlich an die Fahrbahnkrümmung an. Beim Überfahren von Kuppen senkt die adaptive Leuchtweitenregelung die Scheinwerfer zur Fahrbahn hin ab und vermeidet so Blendungen des Gegenverkehrs. Beim Durchfahren von Fahrbahnsenken hebt das System die Scheinwerfer an, so daß die Leuchtweite der Scheinwerfer und damit die Sichtweite des Fahrers auf ein ausreichendes Maß erhöht wird.

### Steer-by-Wire

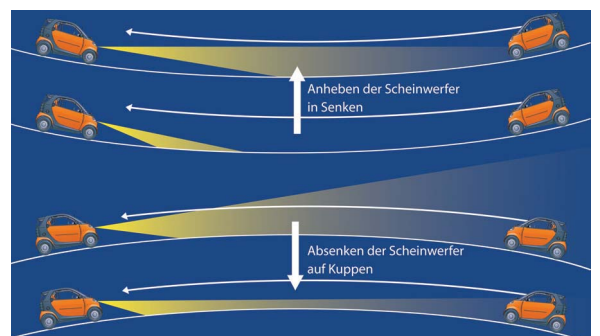
In Kooperation mit dem L-LAB wurde die Virtual Prototyping Plattform um die Anbindung eines elektronischen Lenkrades "Steer-by-Wire" erweitert. Das System simuliert den Lenkwiderstand und bietet dem Fahrer ein haptisches Feedback. In Kombination mit Fahrerassistenzsystemen unterstützt Steer-by-Wire bei Ausweichmanövern oder dient als Einparkhilfe. Das System war der Publikumsmagnet auf dem Stand der Zukunftsmeile Fürstenallee auf der diesjährigen Hannover Messe Industrie.



Exponat zum Virtual Nightdrive mit PAFS auf der Ford Techshow.



PAFS erkennt den Straßenraum vor dem Fahrzeug und schwenkt die Scheinwerfer frühzeitig.



Die adaptive Leuchtweitenregelung neigt die Fahrzeugscheinwerfer in Senken und auf Kuppen entsprechend der Fahrbahnkrümmung.



Exponat VND mit Steer-by-Wire auf der Hannover Messe 2008

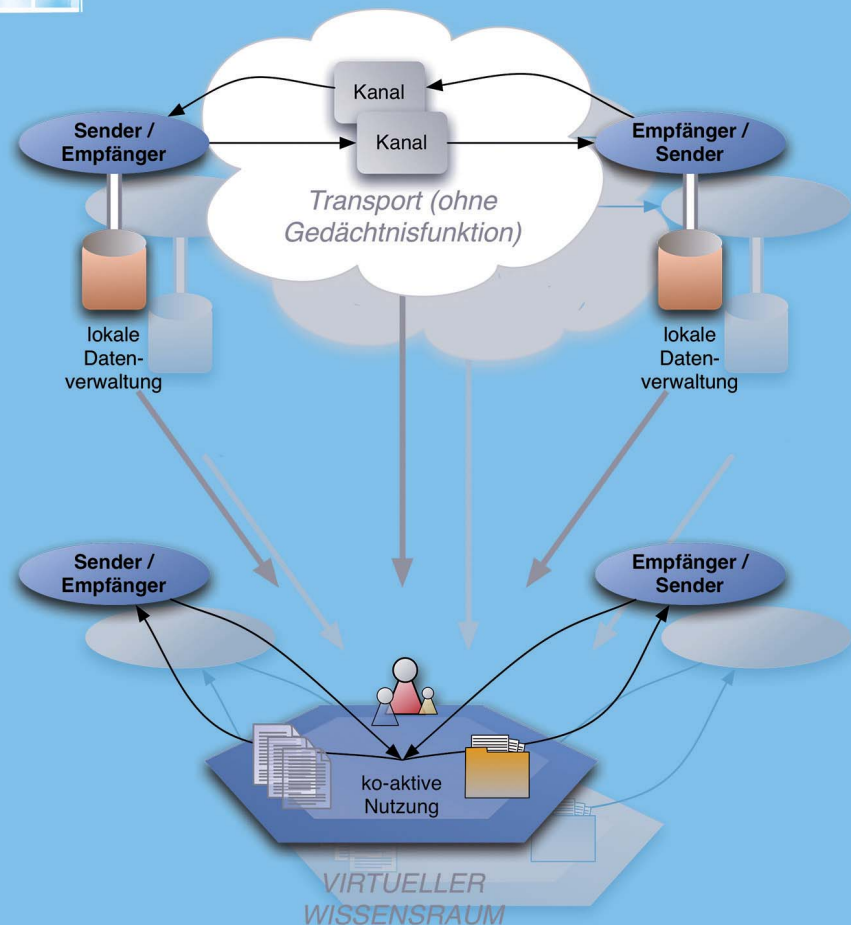
### Kontakt:

Dr.-Ing. Jan Berssenbrügge  
E-Mail: Jan.Berssenbruegge@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251160 62 32  
Telefax: +49 (0) 5251160 62 68

<http://www.hni.uni-paderborn.de/rip>

# Informatik und Gesellschaft

## Informatik und Gesellschaft



## Verteilte Wissensorganisation – Transdisziplinarität auf dem Vormarsch

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Das Thema verteilte Wissensorganisation steht schon seit längerem im Fokus der Fachgruppe, doch hat die Durchdringung unterschiedlicher Anwendungsbereiche und Themenstellungen im vergangenen Jahr verstärkt transdisziplinären Charakter angenommen. In Abgrenzung zu Interdisziplinarität, bei der Ansätze, Denkweisen oder Methoden verschiedener Disziplinen genutzt werden, wird unter Transdisziplinarität eine Form integrativer Forschung verstanden, bei der wissenschaftliches und praktisches Wissen miteinander verbunden werden.

E-Mail: reinhard.keil@hni.uni-paderborn.de

Telefon: +49 (0) 5251 | 60 64 11

Telefax: +49 (0) 5251 | 60 64 14

<http://www.hni.uni-paderborn.de/iug>



Sichtbarster Ausdruck transdisziplinärer Arbeit ist das System koaLA, das aus dem Projekt Locomotion hervorgegangen ist. Es verbindet die Anforderungen unterschiedlichster wissenschaftlicher Disziplinen an die Unterstützung von Lehr-/Lernszenarien und die Integration in übergreifende Verwaltungsabläufe (vgl. auch die Beschreibung im allgemeinen Teil dieses Jahresberichts). koaLA wurde mit Abschluss des Projekts Locomotion zunächst für zwei weitere Jahre durch das Präsidium der Universität als für alle zugängliche Plattform in der Hochschule gesetzt.

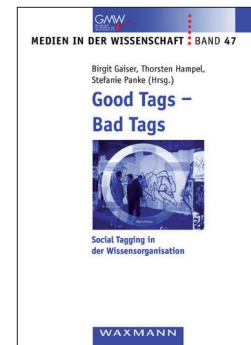
Die zugrunde liegenden Ideen tragen jedoch weiter. Mitte des Jahres begann eine Kooperation mit der Daimler AG zur Entwicklung eines Tools zur Unterstützung der kooperativen Weiterentwicklung von Produktentstehungsprozessen. Auch hier geht es darum, nicht nur Wissensartefakte zu speichern und zu indexieren, sondern das für komplexe verteilte Arbeitsprozesse jeweils erforderliche Wissen in den Wahrnehmungs- und Handlungsbereich der entsprechenden Akteure zu bringen, um Diskrepanzen und Missverständnisse frühzeitig erkennen und beseitigen zu können.

Produktions- und Bildungsprozesse liegen dabei in mehrfacher Hinsicht nahe beieinander, denn in beiden Bereichen geht es darum, Wissensartefakte so dem Handeln der Menschen zugänglich zu machen, dass Wissen möglichst gut geeignet und der weiteren Wissensarbeit zugänglich gemacht wird. Mit dem regionalen Bildungsnetz bid-owl ist dies so gut gelungen, dass die Bezirksregierung beschlossen hat, dieses in Kooperation mit dem Heinz Nixdorf Institut aufgebaute System als Träger zu übernehmen. Dabei strebt die Bezirksregierung auch für die Zukunft eine enge Zusammenarbeit mit unserer Fachgruppe an.

Der größte Erfolg unserer transdisziplinären Anstrengung ist die Bewilligung des Graduiertenkollegs „Automatismen: Strukturentstehung außerhalb geplanter Prozesse in Informationstechnik, Medien und Kultur“. Unter der Federführung von Prof. Hartmut Winkler (Medienwissenschaften) haben sich Kulturwissenschaftler und Informatiker zusammengefunden, um Automatismen in verschiedenen Feldern materialanalytisch mit den Mitteln der Theorie oder der ingenieurmäßigen Konstruktion zu analysieren.

Abgerundet werden diese Arbeiten zur Infrastrukturentwicklung und zur theoretischen Reflexion durch ein ebenfalls transdisziplinär angelegtes Beschaffungsprojekt (HFBG) mit dem Titel „Unified Collaboration. Arbeiten mit virtuellen Wissensräumen“, an dem Informatiker, Ingenieure und Pädagogen beteiligt sind, um Infrastrukturen und technische Systeme für hochauflösendes Video in ihren Forschungsarbeiten nutzbar zu machen.

Allerdings wurden diese Erfolge durch ein tragisches Ereignis überschattet. Am 20. August verstarb unerwartet unser Juniorprofessor Dr. Thorsten Hampel, der mit seinem Engagement und seiner besonderen Kompetenz die Arbeit in der Gruppe auf vielfältigste Art bereichert hat. Wir trauern gemeinsam mit seiner Familie und den Angehörigen.



Good Tags – Bad Tags; Social Tagging in der Wissensorganisation



Prof. Dr. Thorsten Hampel neben der Ankündigung seines Vortrages an der Universität Qingdao in China im Oktober 2006

## Locomotion

### Low-Cost Multimedia Organisation and Production



Prof. Dr. Reinhard Keil präsentiert die Ergebnisse des Teilprojektes Wissensorganisation im Rahmen des Abschlussworkshops. (Foto: Tanja Bilanzola, Uni Paderborn)



Sichtlich zufrieden mit den Locomotion-Projekt-ergebnissen (v. l.): Prof. Wilfried Hauenschild, Andreas Brennecke, Prof. Reinhard Keil, Dr. Markus Toschläger, Dr. Anke Backer, OAR Friedhelm Pauen (MIWFT), MR Dr. Friedrich Bode (MWIFT), Vizepräsident Prof. Wilhelm Schäfer, Kanzler Jürgen Plato. (Foto: Tanja Bilanzola, Uni Paderborn)

#### **Gefördert durch:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen

FKZ: 01 PI 05013

#### **Kontakt:**

Dipl.-Inform. Daniel Büse

E-Mail: [dbuese@upb.de](mailto:dbuese@upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251/60 65 18

Telefax: +49 (0) 5251/60 64 14

<http://locomotion.upb.de/>

Das vom BMBF unter dem Thema „eLearning Dienste für die Wissenschaft“ seit Juli 2006 an der Universität Paderborn geförderte Projekt Locomotion wurde im Juli dieses Jahres erfolgreich abgeschlossen. Mit dem Ziel, die universitätsweiten Organisationsstrukturen zu bündeln und die verschiedenen IT-Systeme in eine hochschulweite Infrastruktur zu integrieren, wurde das Projekt durch das Heinz Nixdorf Institut im Teilprojekt Wissensorganisation unterstützt. Unter der Leitung von Prof. Dr. Reinhard Keil aus der Fachgruppe Informatik und Gesellschaft und Dr. Dietmar Haubfleisch, Direktor der Universitätsbibliothek, wurde eine informationstechnische Basis für die Wissensarbeit in der Lehre geschaffen.

Das im Rahmen des Locomotion-Projekts entwickelte System zum ko-aktiven Lernen und Arbeiten koALA (<http://koala.uni-paderborn.de>) wurde bereits während der Projektlaufzeit in den Produktivbetrieb überführt und wird mittlerweile in rund einem Drittel der Veranstaltungen zur elektronischen Unterstützung der Lehre eingesetzt. Zur Zeit wird koALA von mehr als 12.000 Hochschulangehörigen genutzt, so hat sich neben den Kursen, die von der Hochschule angeboten werden, eine Vielzahl von selbst organisierten Gruppen gebildet.

Durch die Anbindung an die Modul- und Prüfungsverwaltungssysteme der Universität übernehmen Dozenten ihre dort eingerichteten Veranstaltungen sowie die verbindlichen Anmeldungen von Studenten in das Wissensmanagementsystem und stellen dort zur Durchführung ihrer Veranstaltungen Lehrmaterialien und Kommunikationsmittel wie Foren, Weblogs und Wikis zur Verfügung. Aus dem Katalog der Universitätsbibliothek werden elektronische Seminarapparate und Literaturquellen mit Kursen verknüpft, um einfachen Zugang zu Literaturlisten zur Verfügung zu stellen. So werden

im Rahmen von Veranstaltungen, aber auch in privaten oder öffentlichen Interessensgruppen Ideen ausgetauscht und Wissen diskutiert und vertieft.

Neben vielen Funktionen, die die Durchführung einer Veranstaltung auf organisatorischer Ebene unterstützen und die Mitarbeiter von Alltagsaufgaben wie der Pflege von E-Mail-Listen oder Dokumentmanagementsystemen entlasten, stehen mittlerweile unterschiedliche Lernszenarien zur Verfügung. Über das semantische Positionieren mit einem speziellen Zugang über die Medi@rena und Diskursstrukturierungswerkzeugen wie der Pyramidendiskussion schreitet der Einsatz innovativer webgestützter Lernszenarien an der Universität Paderborn weiter fort.

Das koALA-System nutzt das Konzept der virtuellen Wissensräume zur Darstellung seiner Elemente wie Kurse, Gruppen, Lektionen, Übungsgruppen, Weblogs, RSS-Feeds u. v. m. KoALA baut auf dem open-sTeam-System auf, das seit vielen Jahren in verschiedenen Ausprägungen von unterschiedlichen Bildungsträgern in der Region und in vielen weiteren Projekten erfolgreich eingesetzt wird.

Das koALA-System wird federführend durch die Fachgruppe Informatik und Gesellschaft erweitert und um weitere Einsatzmöglichkeiten ergänzt. Die Ergebnisse aus dem Teilprojekt Wissensorganisation wurden in der Universitätsbibliothek sowie dem Heinz Nixdorf Institut in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Informations- und Medientechnologien verstetigt und die Verfügbarkeit über das Jahr 2009 hinaus sichergestellt, so stehen die Ergebnisse des Projekts auch nach Projektabschluss allen Hochschulangehörigen zur Verfügung.

Neben dem erfolgreichen Einsatz an der Universität Paderborn wird koALA seit Oktober 2008 in einem Pilotbetrieb an der Katholischen Hochschule Nordrhein-Westfalen in Paderborn eingesetzt.

# Mistel

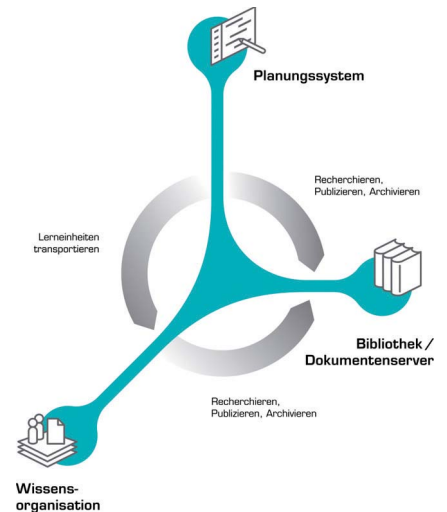
## Systemkonvergenz in Bildung, Forschung und Wissenschaft

Ziel des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts „Mistel“ ist die Integration von Systemen zur Erstellung und Organisation von Lehrmaterialien mit Lernumgebungen zur kooperativen Wissensorganisation und digitalen Dokumenten- und Publikationsservern. Unter der Leitung von Prof. Dr. Thorsten Hampel aus dem Heinz Nixdorf Institut, Ltd. Bibl.-Dir. Albert Biló (Universitätsbibliothek Duisburg-Essen) und Prof. Dr. Heimo H. Adelsberger (Wirtschaftsinformatik der Produktionsunternehmen, Universität Duisburg-Essen) hat das Projekt eine Gesamtlauzeit von Februar 2005 bis Januar 2009. Die Projektleitung an der Universität Paderborn wird nach dem Tod von Prof. Dr. Thorsten Hampel für die restliche Laufzeit von Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil weitergeführt. Mistel vernetzt bestehende, spezialisierte Systeme miteinander, um einen nahtlosen Daten- und Dokumentenfluss zwischen einzelnen Komponenten zu erreichen. Für den Benutzer ergibt sich die Möglichkeit der durchgängigen Unterstützung kooperativer wissenschaftlicher Arbeits- und Lernprozesse sowie eine transparente Bedienung ohne spürbare Medienbrüche. Die Integration verschiedener bisher isolierter Systeme erschließt neue Anwendungsbereiche. Das Feld der Wissensorganisation ist nicht länger auf einzelne Systeme fixiert, vielmehr werden unterschiedliche Klassen von Systemen zu flexiblen Dienstinfrastrukturen inte-

griert. Derartige Systemkonvergenzen sind in dieser Form der Schlüssel zu durchgängiger und alltagstauglicher Unterstützung von Wissensmanagementprozessen. In Zusammenarbeit mit PD Dr.-Ing. Ferdinand Ferber wurde die Integration eines Thermoschocklabors des Lehrstuhls für Technische Mechanik (LTM) der Universität Paderborn in das Verbundsystem evaluiert. Ergebnisse dieser Zusammenarbeit stellen Konzepte einer Service-orientierten Architektur für Labore sowie die damit einhergehende Servicekapselung der Funktionalitäten einer Induktionsheizung dar (vgl. Abbildung unten). Durch die im Rahmen des Mistel-Projekts definierten Schnittstellen ist nun eine direkte Abspeicherung von Versuchsergebnissen in dem digitalen Dokumenten- und Publikationsserver Miless möglich. Dieser wiederum bildet die Datenbasis für Semesterapparate der zentralen Universitätsplattform koala. Somit fließen aktuellste Forschungsergebnisse aus der Technischen Mechanik unmittelbar in die Lehr- und Lerninfrastrukturen der Universität Paderborn ein. Die technische Realisierung des Projekts setzt auf eine dienstorientierte Architektur basierend auf Web Services. Die Verwendung offener, etablierter Standards und die Entwicklung klar definierter Schnittstellen schaffen eine bestmögliche Adaptierbarkeit der Musterarchitektur auf neue Systemgruppen.



Mistel Architektur



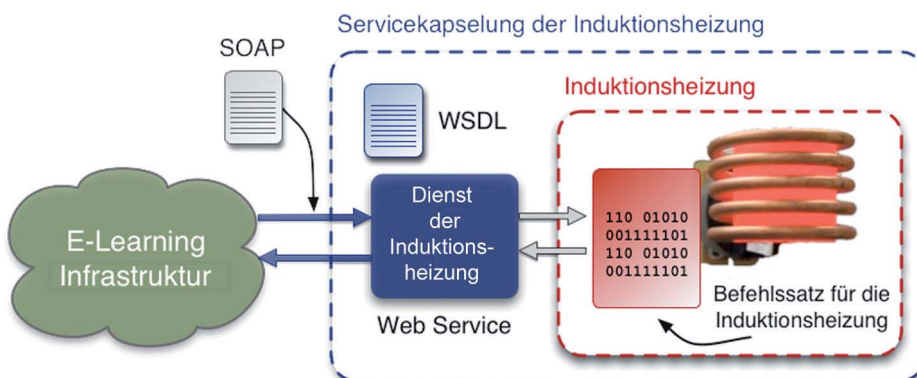
**Gefördert durch:**  
 Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 53170 Bonn

DFG-Aktenzeichen:  
 LIS 4 - 554 95 (2) UV Duisburg-Essen  
 BIB 46 DBuv 02-01

**Projektpartner:**  
 Ltd. Bibl.-Dir. Albert Biló  
 Universitätsbibliothek Duisburg-Essen

Prof. Dr. Heimo H. Adelsberger  
 Wirtschaftsinformatik  
 der Produktionsunternehmen  
 Universität Duisburg-Essen

**Kontakt:**  
 Dipl.-Inform. Jonas Schulte  
 E-Mail: schulte@uni-paderborn.de  
 Telefon: +49 (0) 5251/60 65 19  
 Telefax: +49 (0) 5251/60 64 14



Servicekapselung einer Induktionsheizung



## koPEP

### Kooperative Produktentstehungsprozesse



Die Koordination der Produktenstehung, wie hier beim Actros 3, ist eine hoch komplexe Aufgabe (Quelle: Daimler AG, Stuttgart).

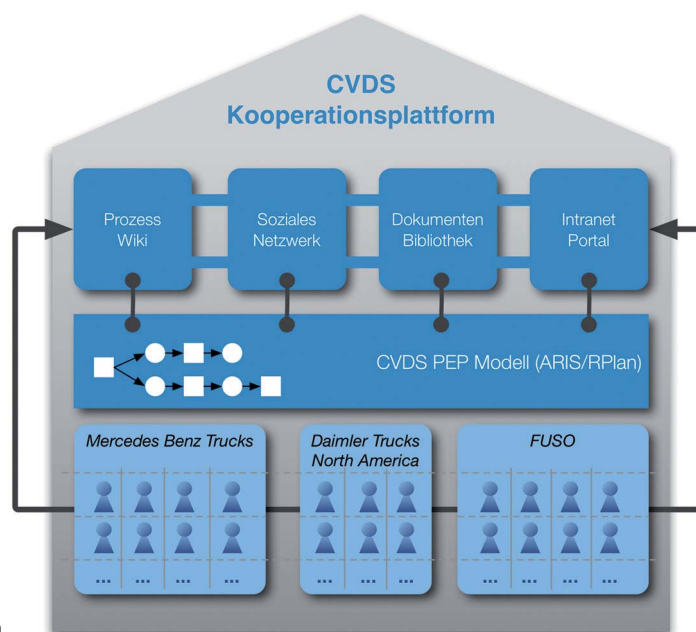
Die Weiterentwicklung von komplexen Produktentstehungsprozessen in der Automobilindustrie ist heute keine Aufgabe mehr, die lokal zentriert von wenigen beteiligten Personen top-down erledigt werden kann. Zur Erhöhung der Prozesseffizienz und Benutzerakzeptanz ist es notwendig, die späteren Prozessakteure in die Entwicklung und Pflege des Produktentstehungsprozesses einzubinden. Da Produktentstehungsteams (Entwicklung, Produktionsplanung, Einkauf etc.) in der Automobilindustrie über mehrere Kontinente verteilt gemeinsam an der Entstehung neuer Produkte arbeiten, sollte die Prozessentwicklung mit entsprechenden Werkzeugen unterstützt werden, da das Wissen über die Effizienz der Prozesse ebenso verteilt ist. Produktentstehungsprozesse werden dementsprechend nicht mehr top-down entwickelt, sondern entstehen im Diskurs der einzelnen Akteure.

Das Ziel des koPEP-Projekts ist es, eine unternehmensweite Plattform zu etablieren, die den am Produktentstehungsprozess beteiligten Personen die Möglichkeit bietet, aktiv an der Gestaltung und Weiterentwicklung mitzuarbeiten. Ausgehend von der Idee einer Software, die Informationen über die aktuelle Beschaffenheit des Prozesses bietet, sollen Funktionen, die an bekannte Social-Software-Dienste angelehnt sind, die Nut-

zer bei der kooperativen Weiterentwicklung des Prozesses unterstützen.

Die Software ist im Wesentlichen aus den folgenden vier Elementen aufgebaut. In einem Prozess-Wiki wird der Produktentstehungsprozess anschaulich aufbereitet, dokumentiert und kommentiert. Soziale Netzwerkstrukturen fördern die Weiterentwicklung in Prozess-Interessensgruppen, die bereichsübergreifend gebildet werden können. Prozessrelevante Informationen werden in der als Dokumentenmanagementsystem konzipierten Bibliothek abgelegt. Um die Plattform in den Arbeitsalltag der Nutzer einzubinden, wird das gesamte System in das Unternehmensintranet eingebunden. Die Informationen in diesen IT-Elementen werden mit existierenden und bereits bekannten Prozessmanagement- und Projektmanagementsystemen (ARIS und RPlan) verknüpft.

Die Plattform soll die Daimler-Trucks-Methodik zur Produktentstehung – kurz CVDS (Commercial Vehicle Development System) – unterstützen. Eine weltweite Community (Europa, USA und Japan) von Mitgliedern aus den verschiedensten Fachbereichen (Entwicklung, Produktion, Einkauf, Qualitätsmanagement, After Sales etc.), die derzeit in den verschiedenen Regionen aufgebaut wird, bildet den Hauptnutzerkreis dieser Plattform.



#### Projektpartner:

Daimler AG  
Stuttgart

#### Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Inf. Christian Schild  
E-Mail: christian.schild@uni-paderborn.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 64 17  
Telefax: +49 (0) 5251/60 64 14

# Lernen auf Reisen

## Eine durchgängig verfügbare Lernumgebung

Etwa 12.000 Kinder und Jugendliche in Deutschland wechseln jede Woche die Schule, weil ihre Eltern als beruflich Reisende unterwegs sind. Gemeinsam mit der Bezirksregierung Detmold und weiteren Partnern wurde eine innovative Plattform entwickelt, um für diese Schüler eine durchgängig verfügbare Lernumgebung zu schaffen.

Kinder von Schaustellern, reisenden Handwerkern, Binnenschiffen und Zirkusartisten werden während der Reisezeit in Stützpunktschulen unterrichtet. Nicht selten besuchen die Schülerinnen und Schüler während dieser Zeit mehr als 40 verschiedene Schulen in allen Bundesländern und dem benachbarten Ausland. Die tatsächlich zur Verfügung stehende Lernzeit reduziert sich dabei häufig auf deutlich unter die Hälfte der Lernzeit, die anderen Schülerinnen und Schülern zur Verfügung steht.

Im Regierungsbezirk Detmold gibt es für diese mobilen Schülerinnen und Schüler mit der »Lernen auf Reisen«-Schule, kurz LARS, ein besonderes Bildungsangebot, durch das ergänzende sowie zum Teil neue Lernangebote für Schülerinnen und Schüler auf Reisen bereitgestellt und die Möglichkeit zu strukturiertem Lernen verbessert werden.

Basierend auf der Plattform open-sTeam wurde dazu eine vollständig neue Web-Applikation konzipiert und umgesetzt, die speziell auf die Anforderungen der Lehrer und Schüler und die spezifische Betreuungssituation der »Lernen auf Reisen«-Schule zugeschnitten ist. Durch die Nutzung modernster Web-Technologien wie AJAX wurde dazu eine Benutzungsoberfläche geschaffen, die in ihrer Bedienung eher einer Desktop-Anwendung als konventionellen Web-Anwendungen ähnelt.

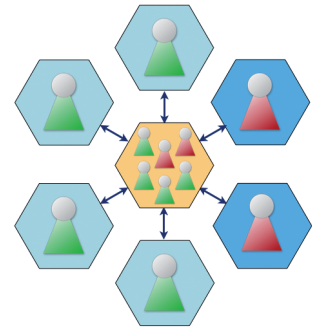
Den Kern der Anwendung bildet ein persönlicher virtueller Schreibtisch, der Bereiche für die einzelnen Schulfächer enthält. Hier können Lehrerinnen und Lehrer Aufgabenpakete erstellen, wobei sie sowohl auf Ressourcen in der regionalen Plattform bid-owl als auch im gesamten Internet zugreifen können. Die Aufga-

benpakete stellen sie dann – nach Bedarf individuell angepasst – wahlweise einzelnen Schülern oder Gruppen von Schülern zur Bearbeitung zu Verfügung. Die Schüler bearbeiten die ihnen zugewiesenen Dokumente und Aufgaben ebenfalls auf persönlichen Schreibtischen. Um ein langfristiges Arbeiten über ein komplettes Schuljahr zu ermöglichen, wird eine Archivierung in einer übersichtlichen Form vorgenommen.

Für die »Lernen auf Reisen«-Schule von besonderer Bedeutung sind die Koordination und Kommunikation zwischen Lehrern und Schülern. Die jeweils beteiligten Personen werden informiert, wenn sich für sie relevante Änderungen an Dokumenten ergeben haben. Ein Schüler kann für jede Aufgabe einen Status vergeben, um so zum einen Überblick über die noch zu erledigenden Aufgaben zu behalten und zum anderen seinem Lehrer zu signalisieren, welche Aufgaben er bereits bearbeitet.

Über eine integrierte Kommunikationskomponente können Schüler und Lehrer Nachrichten austauschen, so dass Nachfragen von Seiten des Schülers und zusätzliche Informationen von Seiten des Lehrers einfach innerhalb der Plattform ausgetauscht werden können. Jeder Benutzer kann bei Bedarf in einer Awareness-Komponente anzeigen lassen, wenn er ansprechbar ist. Weitere Kommunikationskomponenten wie ein – flüchtiger – Chat oder ein Video-Chat befinden sich derzeit in der Erprobung.

Neben der Nutzung in der »Lernen auf Reisen«-Schule wird auch die Verwendung im Unterricht an normalen Schulen erprobt. Hier erhalten Schulklassen einen gemeinsamen Schreibtisch, der zunächst über die gleichen Funktionalitäten verfügt wie die persönlichen Schreibtische der LARS-Schüler. Eine Übertragung des Konzepts der virtuellen Schreibtische auf andere Anwendungskontexte ist ange-



Lehrer und Schüler kooperieren über virtuelle Schreibtische

Bereitstellung von Aufgaben auf einem Schülerschreibtisch

**Projektpartner:**  
Bezirksregierung Detmold

**Kontakt:**  
Dipl.-Math. Harald Selke  
E-Mail: hase@uni-paderborn.de  
Telefon: +49 (0) 525160 64 13  
Telefax: +49 (0) 525160 64 14

# Algorithmen und Komplexität



## Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme + Effiziente Algorithmen

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

Hohe Rechenleistung kann nur durch eine Kombination von leistungsfähigen Computersystemen und Algorithmen, die das gegebene Problem so effizient wie möglich lösen, erreicht werden. Daher hat sich die Entwicklung von effizienten Algorithmen als klassischer Zweig der Informatik etabliert. Unsere Forschung konzentriert sich auf Fragestellungen, in denen aktuelle technische Möglichkeiten wie z. B. Hochleistungsrechnernetzwerke, drahtlose, mobile Kommunikationsnetze oder durch Spezialhardware unterstützte Systeme neue Herausforderungen für den Entwurf effizienter Algorithmen darstellen.



Moderne Rechnersysteme liefern in vielerlei Hinsicht erweiterte Anwendungsmöglichkeiten:

- Parallele Rechnernetze erlauben die Behandlung äußerst komplexer algorithmischer Probleme.
- Das Internet bietet die Möglichkeit zum weltweiten Informationsaustausch und hat sogar das Potential, als gigantischer Parallelrechner genutzt zu werden.
- Drahtlose Kommunikationssysteme erlauben sehr flexible Kommunikation auch zwischen mobilen Stationen.
- Hardware-Unterstützung für Graphikanwendungen ermöglicht Echtzeit-Navigation in sehr komplexen virtuellen Szenen.

Eine besondere Herausforderung stellen Rechensysteme dar, die aus unterschiedlichen Komponenten (z.B. unterschiedlich leistungsfähigen Prozessoren, Speichermedien oder Kommunikationssystemen) bestehen, und deren Struktur sich mit der Zeit verändert. Die algorithmischen Fragestellungen, die sich bei der Realisierung und effizienten Nutzung solcher heterogenen, dynamischen Systeme ergeben, stehen zurzeit im Zentrum unserer Arbeiten.

### **Paralleles Rechnen: Peer-to-Peer basiertes Web Computing**

Rechnernetze können potenziell nahezu unbegrenzte parallele Rechenleistung zur Verfügung stellen, ihre effiziente Nutzung stellt jedoch ein extrem komplexes Problem dar. Die von uns entwickelte PUB-Bibliothek findet mittlerweile auch international Anwender. Unsere Web-Computing Bibliothek PUBWCL geht nun einen Schritt weiter und nutzt das Internet als Parallelrechner. Hier gehören insbesondere die auf einem Peer-to-Peer System basierende Konstruktion sowie die verteilte, auf der Basis von nur sehr beschränktem lokalem Wissen arbeitende Lastbalancierung zu den zentralen Herausforderungen.

### **Computergrafik: Echtzeitnavigation in riesigen Szenen**

Um in einem virtuellen dreidimensionalen Raum navigieren und einen fotorealistischen Eindruck erzeugen zu können, werden u.a. enorme Ansprüche an Datenstrukturen gestellt, mit denen solche Szenen verwaltet, und mit denen Bilder gerendert werden. Ein derzeitiger Schwerpunkt liegt bei uns auf der Entwicklung von Methoden, zu gegebener Blickposition und -richtung in Echtzeit Entscheidungen über das in diesem Fall effizienteste der anwendbaren Rendering-Verfahren zu treffen. In einem ersten Schritt arbeiten wir an derartigen Methoden zur Unterstützung der Entscheidung ob es sich lohnt, Culling Verfahren einzusetzen. Zudem erproben wir unsere Ansätze in Anwendungen zur Produktionsplanung und -steuerung gemeinsam mit Partnern im Heinz Nixdorf Institut.

### **Lokale Strategien in dynamischen Netzwerken: Die neue Herausforderung**

Dynamische Netzwerke, d.h. Netzwerke, in denen Knoten ihre (geometrische/ geographische) Position mit der Zeit verändern können, spielen in vielen Bereichen eine wichtige Rolle. Sie tauchen z.B. als Datenstruktur für bewegliche Objekte in der Computergrafik, als Modelle für drahtlose, mobile Kommunikationsnetzwerke oder als Bewegungsmuster von Explorationen auf. Als Beispielproblem untersuchen wir die algorithmischen Probleme, die sich durch die Aufgabe ergeben, ein unbekanntes Gelände durch eine große Zahl von Robotern zu erforschen. Auch hier ist die Entwicklung von lokalen Strategien, die zu global gutem Verhalten führen, eine zentrale Herausforderung.

### **Verarbeitung riesiger Datenmengen: Neue algorithmische Methoden sind gefragt**

Immer häufiger sehen wir uns mit riesigen Datenmengen konfrontiert, wie z.B. bei der Analyse von Internetdatenverkehr, der Entwicklung von Suchmaschinen oder der Entschlüsselung der menschlichen DNA. Die zu analysierenden Datensätze passen nicht in den Hauptspeicher der Rechner und lassen sich nicht mit Hilfe von klassischen Algorithmen bearbeiten. Wir erforschen daher neue algorithmische Methoden für riesige Datenmengen. Ähnlich wie bei einer Wahlprognose versuchen wir z.B. nur kleine Stichproben der Eingabe zu betrachten und diese dann zu analysieren. Dabei stellt sich die Frage, mit welchen algorithmischen Verfahren man die Stichprobe zieht und welche Garantien man erreichen kann. In anderen Szenarien (Internetdatenverkehr) kann man zwar alle Daten ansehen, aber nicht abspeichern. Hier versuchen wir, eine kleine Skizze der gesehenen Daten aufrechtzuerhalten.

### **Randomisierung: Eine grundlegende algorithmische Technik**

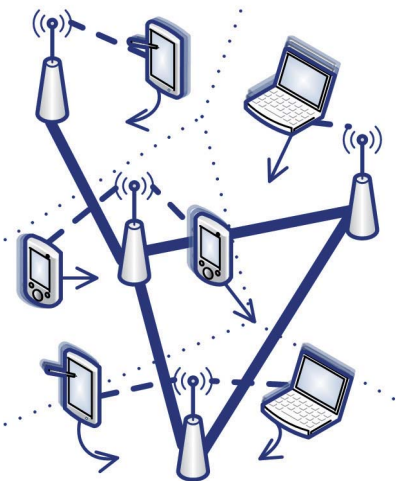
Unsere algorithmischen Arbeiten haben uns immer wieder gezeigt, dass die Nutzung von Randomisierungstechniken große Effizienzvorteile liefert. Daher setzen wir uns systematisch mit dem Potenzial von randomisierten Algorithmen auseinander und entwickeln bzw. nutzen wahrscheinlichkeitstheoretische Methoden für ihre Analyse.

### **Unsere Lehre: Eng mit der Forschung gekoppelt**

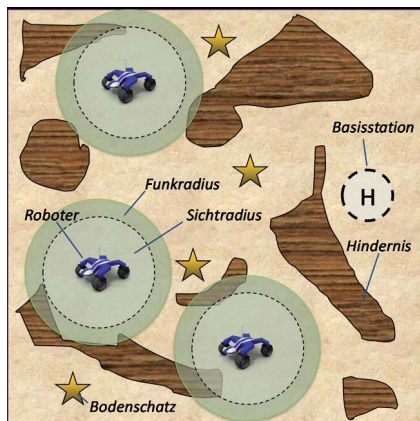
Unsere Lehrveranstaltungen vermitteln Methoden und Konzepte für die Entwicklung und Analyse effizienter Algorithmen. Wir veranstalten Projektgruppen und unterstützen Diplomarbeiten, die unsere theoretischen Einsichten weiterentwickeln und anwenden, um effiziente Algorithmen und Bibliotheken zu entwickeln.

# Dynamische und heterogene Netzwerke

## Lokale Strategien für globale Aufgaben



Ein mobiles drahtloses Netzwerk



Smart Teams

### Gefördert durch:

DELIS  
DFG-SmartTeams  
FRONTS  
IGS  
PaSCo-GK

### Kontakt:

Dipl.-Inform. Bastian Degener  
E-Mail: [Bastian.Degener@uni-paderborn.de](mailto:Bastian.Degener@uni-paderborn.de)  
Telefon: +49 (0) 5251/60 64 69

Dipl.-Inf. Jan Mehler  
E-Mail: [Jan.Mehler@uni-paderborn.de](mailto:Jan.Mehler@uni-paderborn.de)  
Telefon: +49 (0) 5251/60 64 33

Dipl.-Wirt.-Inf. Barbara Schneider  
E-Mail: [barbaras@uni-paderborn.de](mailto:barbaras@uni-paderborn.de)  
Telefon: +49 (0) 5251/60 64 69  
Telefax: +49 (0) 5251/60 64 82

<http://www.whni.uni-paderborn.de/alg>

### Datenverwaltung in dynamischen Netzwerken

Die weite Verbreitung von Mobiltelefonen und WLAN-fähigen Notebooks ermöglicht mobilen Anwendern den Zugriff auf verteilte Dienste (z.B. eine gemeinsame Terminverwaltung einer Firma). Eine wichtige Voraussetzung für solche Dienste ist ein effizienter Zugriff auf gemeinsam genutzte Daten. Ein Datenverwaltungssystem muss dabei einerseits dafür sorgen, dass die Daten auch bei der Existenz mehrerer Kopien konsistent sind, d.h. dass ein Lesezugriff immer das aktuell korrekte Ergebnis liefert. Andererseits sollte bei Zugriffen möglichst wenig Kommunikation notwendig sein. Letzteres wird dadurch erreicht, dass man eine oder auch mehrere Kopien möglichst nahe bei den aktuell zugreifenden Knoten platziert. Dabei gibt es zwei wesentliche Herausforderungen: Zum einen kann das System nicht im Voraus wissen, welche Knoten als nächstes auf die Daten zugreifen wollen. Es muss also versuchen die Daten so zu platzieren, dass auch bei einem geänderten Zugriffsmuster die Kosten möglichst gering bleiben. Zum anderen bewegen sich die beteiligten Knoten und damit auch die Kopien. Das System muss also auch bei einem gleich bleibenden Zugriffsmuster immer wieder überprüfen, ob die aktuelle Platzierung noch sinnvoll ist.

Im Berichtsjahr haben wir die energieeffiziente Datenverwaltung in mobilen, zellenbasierten Funknetzwerken betrachtet. Dabei haben wir insbesondere den kompetitiven Faktor analysiert, d.h. wie gut eine Strategie im Vergleich mit einer optimalen Strategie, die alle zukünftigen Zugriffe kennt, abschneidet, wenn sowohl die Zugriffe als auch die Bewegung von einem Gegenspieler generiert werden.

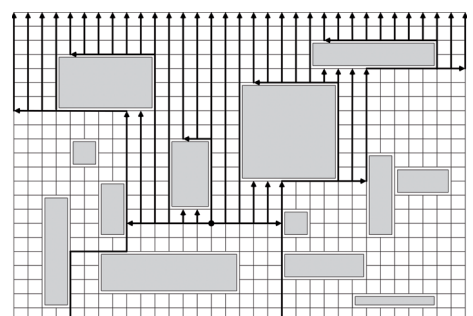
### Smart Teams

Ein Smart Team ist eine Gruppe von Robotern, die Missionen in für Menschen unzugänglichem Gelände durchführen sollen. Denkbare Anwendungsszenarien sind die Suche nach Bodenschätzen auf fremden Planeten oder Rettungsmissionen in verseuchten Gebieten auf der Erde. Besteht das Smart Team aus einer größeren

Anzahl von Robotern und findet die Mission auf einem großen Gebiet statt, so ist es häufig weder möglich, dass alle Roboter miteinander kommunizieren, noch dass ein Roboter alle Informationen sammelt und damit alle anderen Roboter steuert. Deshalb sollen unsere Roboter eigenständig auf Basis der ihnen gegebenen lokalen Informationen handeln. Die Herausforderung ist es, Strategien für die Roboter zu entwerfen, so dass das lokale Verhalten der Roboter global zu einem guten Ergebnis führt. Da die Einsatzgebiete und die auftretenden Umstände im Vorhinein unbekannt sind, führen wir hauptsächlich analytische Untersuchungen der Worst-Cases durch.

In unserem Szenario treten mehrere Aufgaben auf. Diese reichen von der Erkundung des Geländes über die Aufrechterhaltung von Kommunikationsverbindungen und die Zuordnung von Aufgaben innerhalb der Robotergruppe bis zur Analyse des Energieverbrauchs der Roboter.

Ein ähnliches Szenario tritt auf, wenn man Schwärme von intelligenten Partikeln betrachtet, die in einer dynamischen Umgebung operieren. Auch diese können beispielsweise zur Erkundung von Ozeanen eingesetzt werden. Hierbei geben aber nicht allein die Partikel die Bewegung vor, stattdessen wirkt diese von außen, zum Beispiel in Form von Strömungen, auf sie ein. Wieder haben wir das Problem, dass die Kommunikation der Partikel untereinander begrenzt ist und nicht ein Partikel alle anderen steuern kann. Auch hier werden folglich lokale Strategien benötigt, die global ein gutes Ergebnis liefern.



Kollektive Exploration eines City Block Graphen

# Dynamische und heterogene Netzwerke

## Peer-to-Peer basierte Systeme

### Robuste Peer-to-Peer Netzwerke

Peer-to-Peer Netzwerke gehören zur Klasse der Overlay-Netzwerke, d.h. für die Kommunikation zwischen den Netzwerkteilnehmern (Peers) wird ein darunter liegendes, physikalisches Netzwerk (zumeist das Internet) verwendet. Eine besondere Eigenschaft ist die symmetrische Funktionalität der Peers, d.h. jeder Peer agiert sowohl als Server als auch als Client. Diese Eigenschaft bietet das Potential für sehr hohe Ausfall-Sicherheit, da ein ausgefallener Peer durch jeden anderen ersetzt werden kann. Andererseits unterliegen Peer-to-Peer Netzwerke einer starken Dynamik, d.h. ständig melden sich Peers an oder verlassen dieses.

So spielt Robustheit eine besondere Rolle beim Entwurf von Peer-to-Peer Netzwerken und es ist sinnvoll eine einfache Netzwerkstruktur zu wählen, die auch bei starker Dynamik aufrechterhalten werden kann und so die Funktionalität des Netzwerks garantiert. Dieses Kriterium wird z.B. von Zufallsnetzwerken erfüllt. Wir haben Verfahren entwickelt, die Zufallsnetzwerke ohne zentrale Koordination erstellen und auch im Fall starker Dynamik Eigenschaften wie logarithmischen Durchmesser und Expansionseigenschaft durch lokale "Handshake"-Operationen mit minimalen Kommunikationskosten aufrechterhalten.

Die Einsatzmöglichkeiten dieser Zufallsnetzwerke sind vielfältig. Durch die geringen Kommunikationskosten bieten sie sich an, um die Robustheit beliebiger Peer-to-Peer Netzwerke zu erhöhen. Hierfür wird das bestehende Netzwerk um ein Zufallsnetzwerk erweitert, das als zuverlässiges Backbone Netzwerk fungiert. Des Weiteren können Zufallsnetzwerke als Bausteine für komplexere Netzwerkstrukturen eingesetzt werden. Das von uns entwickelte semantische Peer-to-Peer Netzwerk 3nuts basiert z.B. auf einer Baumstruktur, bei der die Knoten des Baumes durch Zufallsnetzwerke ersetzt werden, und kombiniert auf diese Weise die Vorteile von Bäumen (effiziente Suche) und Zufallsnetzwerken (Einfachheit, Robustheit).

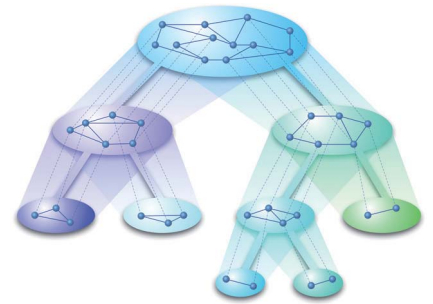
### Peer-to-Peer basiertes paralleles Rechnen

Aufwändige Berechnungen wie z.B. Crashtest-Simulationen oder die Wettervorhersage werden üblicherweise auf großen, teuren, eigens für diesen Zweck angeschafften Parallelrechnern durchgeführt. Doch da in vielen Unternehmen und Instituten hunderte oder gar tausende PCs nur zu einem geringen Prozentsatz ausgelastet sind, liegt es nahe, diese immense schlummernde Rechenkapazität für solche komplexen Berechnungen zu nutzen (und sich somit die Anschaffung eines kostspieligen Parallelrechners zu ersparen).

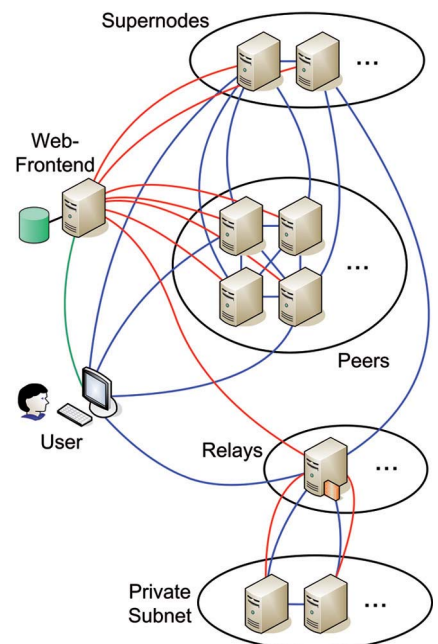
Da diese PCs im Unternehmensnetzwerk jedoch nicht immer verfügbar sind (z.B. aufgrund eines Systemabsturzes oder weil ein Mitarbeiter seinen PC vorübergehend selbst stark beansprucht und somit keine Ressourcen entbehren kann), muss eine Management-Software, die diesen PC-Verbund als Parallelrechner nutzt, flexibel auf Veränderungen der Rahmenbedingungen reagieren können und fehlertolerant gegenüber dem Ausfall einzelner Komponenten sein. Noch größere Bedeutung gewinnen diese Aspekte, wenn man das Parallelrechnerszenario von einem lokalen PC-Netzwerk auf das Internet erweitert.

Unsere Paderborn University BSP-based Web Computing (PUB-Web) Library leistet dies: Als Peer-to-Peer-System passt sie sich dynamisch den Gegebenheiten des PC-Netzwerks an. Durch regelmäßige, automatisierte Sicherungskopien der Prozesszustände wird dem Ausfall einzelner PCs vorgebeugt, und mittels intelligenter Algorithmen zur Lastbalancierung wird die schwankend verfügbare (nicht vom PC-Besitzer konsumierte) Rechenleistung fair unter den parallelen Prozessen verteilt.

Um die Leistungsfähigkeit von PUB-Web unter realen Bedingungen zu verifizieren, haben wir im Rahmen des EU-Projekts AEOLUS ein über 100 PCs umspannendes, europaweites PC-Netzwerk als Testplattform aufgebaut.



Zufallsnetzwerke als Baustein für komplexe Peer-to-Peer Netzwerke



Architektur der AEOLUS Testplattform

**Gefördert durch:**  
DELIS  
AEOLUS

#### Kontakt:

Dipl.-Inform. Peter Mahlmann  
E-Mail: mahlmann@upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 64 33

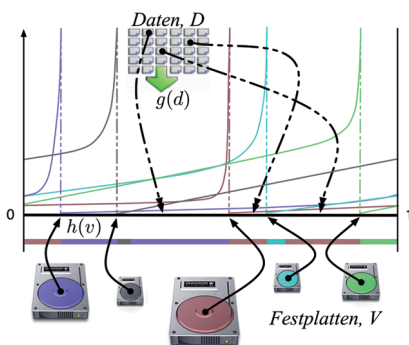
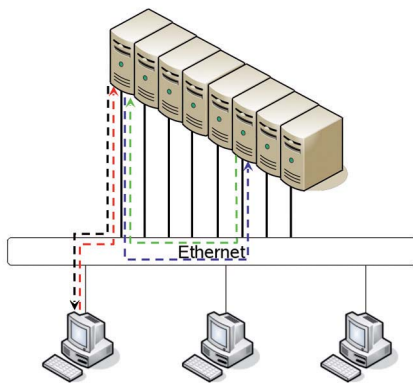
Dipl.-Inform. Joachim Gehweiler  
E-Mail: joge@upb.de

<http://www.upb.de/cs/joge>



# Dynamische und heterogene Netzwerke

## Verteiltes Datenmanagement



### Speichernetzwerke

Der Bedarf an digitalen Speicher wächst auch durch die zunehmende Zentralisierung von Diensten im Internet (Videoportale, online Banking, Foren) ständig und stellt die IT vor immer neue Herausforderungen. Schon längst ist es in vielen Bereichen nicht mehr möglich die Anforderungen an Größe, Geschwindigkeit und Ausfallsicherheit lediglich durch physikalische Laufwerke zu befriedigen. Als Hilfsmittel, um die Qualitäten des Speichers zu erhöhen, wurden schon früh virtuelle Laufwerke auf Grundlage des physikalischen Speichers erstellt, wie dies z.B. bei einem RAID geschieht. Leider reichen solche, zumeist statischen Lösungen oftmals nicht mehr aus, um den zunehmenden Anforderungen gerecht zu werden. Daher stellt ein weiteres wichtiges Kriterium die Skalierbarkeit des virtuellen Speichers dar, also in wie fern seine Qualitäten mit den Anforderungen wachsen können.

### Algorithmen zur Datenverteilung

In der Fachgruppe Algorithmen und Komplexität wurden verschiedene Verfahren entwickelt, um Daten über physikalischen Speicher zu verteilen. Alle Verfahren unterstützen verschiedene Replikationsmuster, wie RAID, Erasure Codes oder Even-Odd-Codes. Die Verfahren RedundantShare, SPREAD und DHHT haben unterschiedliche Merkmale, ermöglichen alle jedoch die redundante Platzierung von Daten in einem heterogenen Speichersystem und gewährleisten eine hohe Skalierbarkeit.

DHHT bietet den Vorteil einer monotonen Verteilung, welche mit lokalen Informationen auskommt, jedoch garantiert es noch keine optimale Auslastung des physikalischen Speichers. Dies wird erst durch den auf DHHT aufbauenden Algorithmus DHHT-RAID gewährleistet. RedundantShare und SPREAD arbeiten mit randomisierten Algorithmen und können mit

einer hohen Wahrscheinlichkeit den Speicher fast optimal nutzen. SPREAD findet mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für jede Speicheranfrage genügend unterschiedliche physikalische Festplatten, um die geforderte Redundanz zu sichern. RedundantShare gewichtet die Festplatten abhängig von ihrer Größe und dem Replikationsgrad, um eine faire Verteilung der Daten zu sichern. Mittels dieser Gewichte werden für jede Anfrage die benötigten physikalischen Festplatten berechnet. Dabei kann RedundantShare garantieren, dass immer genügend Festplatten bereitgestellt werden, um die Replikation zu sichern. Das Verfahren RedundantShare ist auch in Peer2Peer-Netzen, in denen evtl. nicht der gesamte physikalische Speicher für jeden Knoten sichtbar ist, untersucht. Mit PeerReplikation besteht ein auf RedundantShare aufbauender Algorithmus, welcher für dieses Szenario optimiert ist.

### V:Drive

V:Drive ist eine Speichervirtualisierungslösung, welche in Kooperation mit der Fachgruppe Schaltungstechnik und dem Paderborner Center for Parallel Computing (Jun.-Prof. Dr.-Ing. André Brinkmann) entwickelt wird. Sie ermöglicht die Erstellung virtueller Laufwerke, deren Qualitäten an Größe, Geschwindigkeit, Ausfallsicherheit und Skalierbarkeit bisher nur in teuren Enterprise-Systemen geboten wurden.

Hier spielen die vorher beschriebenen Algorithmen zur Datenverteilung eine entscheidende Rolle. V:Drive verwendet das Verfahren Share zur nicht redundanten Verteilung der Daten. Die redundante Verteilung mittels RedundantShare ist derzeitiger Schwerpunkt der Entwicklung. Mit Fertigstellung dieser Entwicklung soll V:Drive im Laufe des Jahres 2009 als open source Lösung zur Speichervirtualisierung für das Betriebssystem Linux veröffentlicht werden.

#### Kontakt:

Dipl.-Inform. Sascha Effert

E-Mail: [fermat@upb.de](mailto:fermat@upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251/60 66 15

Dipl.-Inform. Gunnar Schomaker

E-Mail: [pinsel@upb.de](mailto:pinsel@upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251/60 64 51

Telefax: +49 (0) 5251/60 64 82

<http://www.whni.upb.de/alg>

# Algorithmen in der Computergrafik

## Laufzeitvorhersage und automatische Adaption von Renderingverfahren

Jede neue Grafikkartengeneration erlaubt die Echtzeitdarstellung von immer komplexeren 3D-Szenen. Bereits auf mittelklasse Desktop-Hardware können bereits Szenen bestehend aus mehreren Millionen Dreiecken betrachtet und durchwandert werden. Aufwendige und hoch detaillierte Szenen, wie sie z. B. bei der Visualisierung von 3D-CAD Modellen (von der einzelnen Schraube bis zu einer ganzen Fabrikhalle) entstehen, lassen sich jedoch auch auf den modernsten Grafikkarten nicht ohne weiteres darstellen. Dazu wurden im Bereich der Computergrafik viele verschiedene Renderingalgorithmen entwickelt, die spezielle Eigenschaften der Szene und der Hardware ausnutzen, um die darzustellende Datenmenge zu reduzieren ohne die Bildqualität zu mindern. So versuchen Occlusion-Culling-Algorithmen verdeckte Bereiche der Szene zu erkennen und diese vor der Darstellung zu verwerfen. Die Effizienz dieser Algorithmen hängt jedoch von der verwendeten Hardware, der darzustellenden Szene, aber auch von der aktuellen Position des Betrachters innerhalb der Szene ab.

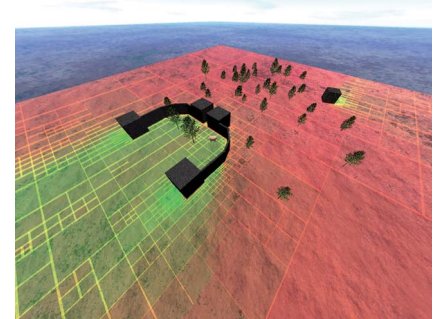
Unser Ziel ist es, die Laufzeit verschiedener Algorithmen im Vorfeld abzuschätzen, um so zur Laufzeit möglichst den jeweils besten auszuwählen.

Dazu müssen zum einen die hardwareabhängigen Parameter der verschiedenen Methoden identifiziert und gemessen werden (z. B. Anzahl der Dreiecke pro Sekunde). Zum anderen müssen die relevanten Eigenschaften der Szene bestimmt werden (wie die Anzahl der sichtbaren Objekte zu jedem Standpunkt in der Szene). Dazu entwickeln und analysieren wir Approximationsverfahren, die im Pre-processing (z.B. unter Verwendung von adaptiven Sampling) die Szene gemäß der untersuchten Eigenschaft aufteilen. Mit der dabei entstehende Szenenklassifizierung kann dann zur Laufzeit der gewünschte Parameter (z. B. die ungefähre Sichtbarkeit) bestimmt werden, und in Kombination mit den Parametern der Hardware ein für diese Situation mög-

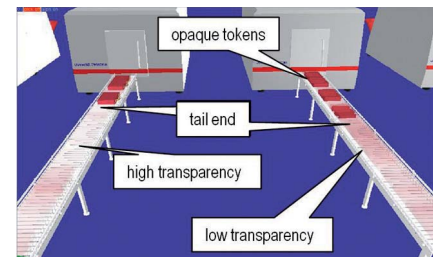
lichst effizienter Renderingalgorithmus ausgewählt werden.

## Aggregierte 3D-Darstellung eines Simulationsexperiments

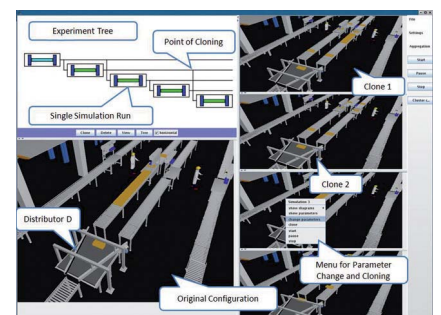
Die Validierung von Materialflussmodellen wie auch die Auswahl erfolgsversprechender Strategien zur Erzeugung eines erfolgreichen Experimentablaufs ist ein zeitaufwendiger Prozess. Wir entwickelten einen neuen Ansatz, der den Simulationsexperten in seinem Arbeitsprozess darin unterstützt den Simulationslauf zu modifizieren und anschließend die Auswirkungen seiner Änderungen mit dem nicht modifizierten Simulationslauf zu vergleichen. Das geschieht zur Simulationszeit in einem Benutzerinterface, indem die 3D-Visualisierung der einzelnen Simulationsläufe umgeschaltet werden kann, oder durch maximal fünf gleichzeitig dargestellte 3D-Visualisierungen der Simulationsläufe. Die Methode wurde implementiert und an Hand eines Testmodells evaluiert, welches den neuen Arbeitsprozess des Modellierers beschreibt. Es leitet sich daraus die Forschungsfrage ab, wie mehrere Simulationsläufe bzw. virtuelle 3D-Szenen in einem Fenster aggregiert werden. Wir erweiterten unseren Ansatz auf die aggregierte Darstellung von einem Simulationsexperiment, das aus der Visualisierung mehrerer verteilter Simulationsläufe besteht. Obwohl die Möglichkeit der 3D-Darstellung von Materialflusssimulationen hilft, das dynamische Verhalten eines Systems besser und schneller zu verstehen, bleibt es offen, wie typisch ein einzelner Simulationslauf das Modell repräsentiert, wenn ein stochastischer Einfluss auf die Modellparameter gegeben ist. Durch die integrierte Visualisierung mehrerer verteilter Simulationsläufe in einem einzigen Rendering Fenster wird dem Benutzer ein schnellerer und besserer Eindruck vom Verhalten des Simulationsmodells vermittelt. Wir erprobten unser System am Beispiel eines Warteschlangensystems. Die 3D-Ansicht unseres Simulationsmodells hilft auch bei der Kommunikation und Diskussion mit nicht-Simulationsexperten.



Szeneklassifizierung nach Anzahl der sichtbaren Objekte



Die Token am Anfang der Warteschlange werden mit höherer Transparenz gerendert als die Token am Ende.



Darstellung mehrerer Simulationsläufe in einem Benutzerinterface.

**Gefördert durch:**  
 DFG-AVIPASIA  
 PaScO-GK  
 ViProSim  
 DFG-AlgoEngCG

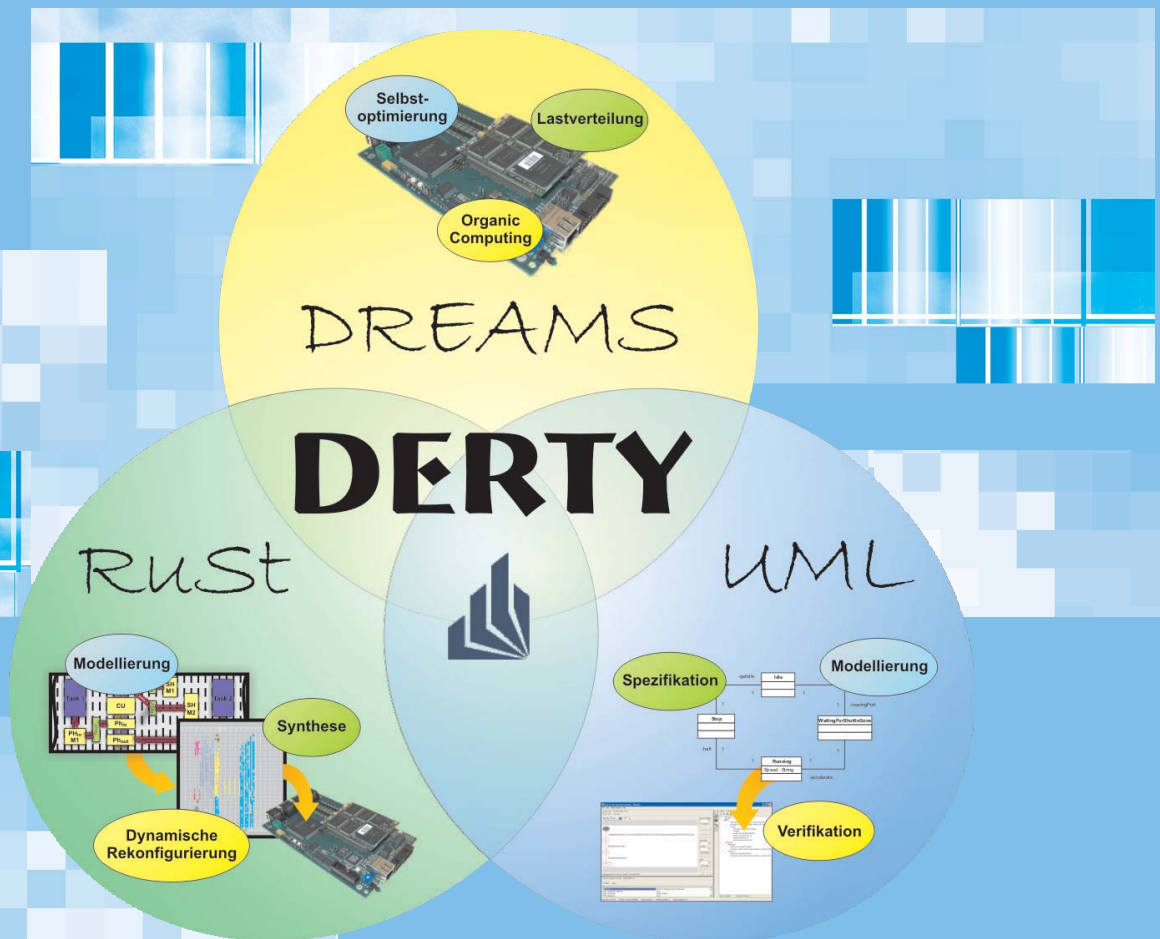
### Kontakt:

Dr. rer. nat. Matthias Fischer  
 E-Mail: mafi@uni-paderborn.de  
 Telefon: +49 (0) 5251160 64 66

Dr. rer. nat. Martin Ziegler  
 E-Mail: ziegler@uni-paderborn.de  
 Telefon: +49 (0) 5251160 30 67  
 Telefon: +49 (0) 5251/60 64 82

# Entwurf Paralleler Systeme

## Entwurf Paralleler Systeme



## Verteilte Eingebettete Realzeitsysteme werden beherrschbar

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Informatik ist überall, vom Mobiltelefon bis zu komplexen Fabrikationsanlagen ist heute die Welt informatisiert. Mehr als 20 Milliarden Mikroprozessoren und die darauf laufende Software steuern als „Eingebettete Systeme“ was immer uns als Technik umgibt. Die Arbeitsgruppe „Entwurf Paralleler Systeme“ stellt sich der zentralen wissenschaftlichen Herausforderung, den Entwurfsprozess eingebetteter Realzeitsysteme (engl. Distributed Embedded Real-time Systems) über alle Phasen und Aspekte durchgängig zu gestalten.



Moderne IT-Konzepte können in allen technischen Artefakten beobachtet werden, wobei diese Artefakte tendenziell immer enger vernetzt werden. Dadurch entsteht eine Cyber Biosphere (CBS), die einen neuen „Organismus“ ungeahnter Komplexität erzeugt. Dieser „Organismus“, bestehend aus Computern, Netzwerken, Systemsoftware und Anwendungssoftware, zeichnet sich durch Komplexität, Heterogenität und hochgradige Volatilität aus.

Objekte der Cyber Biosphere interagieren intensiv, so wie es ihre biologischen Entsprechungen seit Milliarden von Jahren tun. Um diesen Organismus beherrschen zu können, sind völlig neuartige Entwurfs- und Betriebsparadigmen zu entwickeln. In der Fachwelt werden zur Beherrschung derartiger Systeme Begriffe wie „Autonomic Computing“, „Organic Computing“, „Self Coordination“ oder „Biologically Inspired Computing“ diskutiert. Aus unserer Sicht charakterisiert der Begriff Cyber Biosphere das so entstehende globale System am besten. Wir stellen uns weiterhin der Herausforderung für dieses Szenario, das in einer mehr technischen Begriffswelt als verteilte eingebettete Realzeitsysteme (engl. **Distributed Embedded Real-time Systems**, **DERty**) charakterisiert werden kann, wesentliche Komponenten für die Beherrschung dieses entstehenden informatischen Organismus bereitzustellen. Dabei konzentrieren wir uns derzeit auf drei Hauptthemen: **DERty UML**: Spezifikation, Modellierung, Testen und formale Verifikation  
**DERty DREAMS**: Komponentenbasierte verteilte Realzeitbetriebssysteme  
**DERty RuSt**: Rekonfigurierbare Hard- und Softwaresysteme

Der Entwurf komplexer Systeme erfordert Prozesse, die auf der Ebene abstrakter Modelle einsetzen. In den letzten Jahren hat sich die **Unified Modeling Language (UML)** als Modellierungsstandard herausgebildet. Wir arbeiten an Modifikationen und Erweiterungen in Richtung

Realzeit und dem Entwurf hochgradig verteilter Systeme. Wir verfolgen darüber hinaus auch alternative Ansätze. Aspektorientierung wird derzeit im Modellierungsumfeld intensiv diskutiert, in neuerer Zeit auch im Bereich eingebetteter Realzeitsysteme. In Kooperation mit der UFRGS in Porto Alegre, Brasilien, untersuchen wir Techniken, diesen Ansatz im **DERty**-Kontext zu unterstützen. Ein modellbasierter Ansatz eröffnet auch neue Potenziale für einen systematischen Test. Wir setzen sehr früh an, in der Phase, in der ein initiales Modell auf der Basis von Anforderungen entwickelt wird. Eine semantisch präzise verankerte Modellierung erlaubt zudem eine formale Verifikation. Hier konzentrieren wir uns auf Laufzeit-Verifikation mittels On-the-Fly Model Checking. Dies eröffnet Potenziale für zusätzliche Sicherheitskontrollen, insbesondere für Systeme mit immanenter Emergenz.

Realzeitanwendungen werden in der Regel auf Realzeitbetriebssysteme (RTOS) aufgesetzt. **DREAMS (Distributed Real-time Extensible Application Management System)**, unser feingranular konfigurierbares RTOS wurde einem kompletten Redesign unterworfen und heißt nun ORCOS (Organic Reconfigurable Operating System). ORCOS zeigt extrem kurze Reaktionszeiten und zeichnet sich durch einen sehr kleinen Footprint aus. Es wurde Open Source gestellt. Derzeit wird ORCOS in Richtung Selbstoptimierung und Virtualisierung erweitert. Wir integrieren ein Online-Model-Checking als Systemdienst in unseren RTOS-Baukasten. Eine weitere wichtige Entwicklungsrichtung, die wir verfolgen, zielt in Richtung hochgradig verteilter Anwendungen mit dynamischer Kommunikationsstruktur („Intelligente Herden“). In unserem experimentellen RTOS namens NanoOS werden RTOS-Dienste so verteilt, dass bei minimaler Ressourcennutzung alle nachgefragten Systemdienste effizient erbracht werden können. Diese Lösungen werden eingesetzt um hochzuverlässige Hardware,

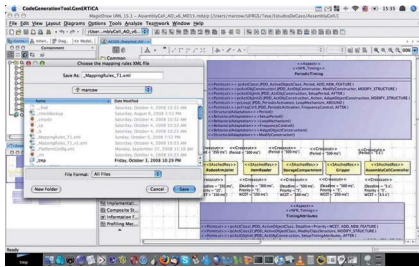
neuartige Sensornetze oder adaptive Produktionssteuerungssysteme zu realisieren. Derzeit untersuchen wir, wie dieser Ansatz für Selbstheilungsdienste einer darunter liegenden autonomen Hardwareplattform genutzt werden kann.

Es liegt nahe, die zugrunde liegende Hardware ebenfalls rekonfigurierbar auszulegen. Diese Richtung verfolgt unsere Gruppe **DERty RuSt (Reconfigurable Systems)**. Nachdem wir mit Part-E eine durchgängige Werkzeugkette erarbeitet haben, die insbesondere die Möglichkeiten einer partiellen oder vollständigen Rekonfiguration zur Laufzeit unterstützt, untersuchen wir derzeit sogenannte Algorithmische Skelette einzusetzen, um den Entwurf rekonfigurierbarer Hardware zu unterstützen und gleichzeitig die Qualität der Implementierungen zu heben. Dynamisch rekonfigurierbare Hardware beinhaltet natürlich auch zusätzliche Gefahrenmomente. Prinzipiell ist es schwierig zu unterscheiden, ob eine Strukturänderung Folge eines Fehlverhaltens oder einer gewollten Rekonfiguration ist. Hier arbeiten wir mit Methoden der künstlichen Immunsysteme daran, adaptive und zugleich robuste Systeme zu realisieren. Dabei wird die Rekonfigurierbarkeit der Hardware offensiv ausgenutzt indem Antimaßnahmen gegen Fehlfunktionen durch gezielte Rekonfiguration emergent entstehen können. Dies folgt der Inspiration durch biologische Immunsysteme.

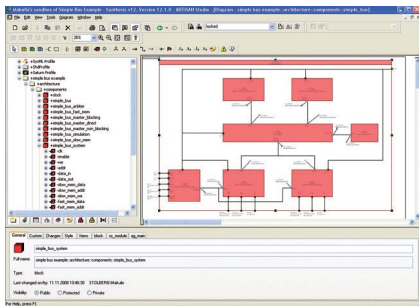
Unsere drei Forschungsbereiche **DERty UML**, **DERty DREAMS** und **DERty RuSt** hängen eng zusammen. Darüber hinaus untersuchen wir Anwendungen auf unterschiedlichen Feldern wie selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus, mobile ad hoc Netze bis hin zu bildverarbeitungs-basierten Emotionserkennungssystemen.

## DERty UML

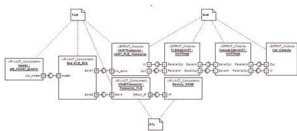
### Modellbasierter Entwurf eingebetteter und elektronischer Systeme



GenERTICA



ARTiSAN Studio als SystemC-Frontend



SPRINT-Komponenten Diagramm zur IP-XACT-basierten Integration mehrerer Abstraktionsebenen

Trotz der weiten Verbreitung der UML im allgemeinen Softwareentwurf ist deren Anwendung in den Bereichen von eingebetteten Systemen und Systems-on-Chip (SoCs) immer noch nicht durchgehend zu finden. Dies liegt zum einen an der enormen Komplexität der UML und der ungeheuren Vielfalt an anwendungsspezifischen Erweiterungen (Profilen). Zum anderen ist festzustellen, dass UML-basierte Modellierungswerkzeuge nur vereinzelt und ungenügend Unterstützung für eine Einbettung in den Verifikationsprozess bieten. In den meisten Fällen kann die fehlende Werkzeugunterstützung nur durch aufwändige manuelle Transformationen überbrückt werden. Letzteres hat seine Ursache darin, dass viele der UML-Verhaltensbeschreibungen und deren Standardsemantik von den Werkzeugen weitgehend vernachlässigt werden und die Besonderheiten von Standardschnittstellen und -sprachen zum Entwurf elektronischer Systeme, wie IP-XACT und SystemC, zurzeit nicht unterstützt werden. Wir erzielten in diesen Bereichen erste grundlegende Ergebnisse, den durchgehenden UML-basierten Entwurf im Bereich der eingebetteten Systeme und SoCs in die industrielle Praxis umzusetzen. Dies wurde zum einen durch die Entwicklung neuer anwendungsorientierter Methoden und Werkzeuge als auch durch dedizierte Verifikationsverfahren erreicht.

#### Methoden und Werkzeuge

Arbeiten der methodischen Werkzeugunterstützung befassen sich im generellen Bereich des modellbasierten Entwurfs mit verteilten eingebetteten Echtzeitsystemen und SoCs. Es hat sich hier im Laufe der letzten Jahre herausgestellt, dass die UML2 und ihre anwendungsspezifischen Erweiterungen, wie das UML-Profil für SoC, MARTE und SysML, trotz der vorher genannten Defizite prinzipiell in mehreren Entwurfsphasen erfolgreich zur Anwendung gebracht werden können. Zur Unterstützung von nicht-funktionellen Anforderungen wurde das Werkzeug GenERTICA (Generation of Embedded Real-Time Code based on Aspects) als Plugin für MagicDraw entwickelt. GenERTICA basiert

in der Modellierung und der Codegenerierung auf dem UML2-Standard und dem MARTE Profil. Auf der Grundlage aspektorientierter Konzepte bildet es mittels Transformationsregeln UML-Elemente in Sourcecodekonstrukte für verschiedene Hardware- und Softwareplattformen ab. Im Bereich des Entwurfs elektronischer Systeme wurden innerhalb eines von der EU geförderten Projektes (SATURN) in enger Kooperation mit ARTiSAN Software Erweiterungen der SysML-basierten Entwicklungsumgebung ARTiSAN Studio entwickelt. Dies umfasste in 2008 eine Implementierung eines UML Profils zur Eingabe von synthetisierbarem SystemC und der zugehörigen Codegenerierung. Die Arbeiten werden in den nächsten zwei Jahren zu einer integrierten SysML-Modellierungsumgebung für Matlab/Simulink und SystemC mit Codegenerierung zur Synthese und Cosimulation mit anderen Projektpartnern, wie z.B. der INTRACOM, Thales Security und der Extesy AG, weitergeführt. In Kooperation mit der Universität Cantabria werden diese Aktivitäten durch Forschungsarbeiten zur semantikerhaltenden Codegenerierung ergänzt. Zum SoC-Entwurf von komplexen, heterogenen elektronischen Systemen bietet die UML ihre größten Potentiale in den frühen Spezifikationsphasen und in der Integration vorgefertigter Komponenten (IPs) verschiedener Abstraktionsebenen wie Transaktionsebene (TLM) und Registertransferebene (RTL). In diesem Rahmen definierten und implementierten wir ein SPRINT UML Profil zur Beschreibung von Modellen auf Spezifikationsebene (SLM) und zur IP-XACT-basierten (IP-XACT V1.4) Integration von SystemC- und VHDL-Komponenten. Eine Besonderheit ist hierbei die Einführung von Datenfluß-, Master-, Slave-, und SystemGroup-Ports für Komponenten. Diese Arbeiten finden in Zusammenarbeit mit den führenden europäischen Halbleiterfirmen, wie z.B. Infineon, NXP und ST Microelectronics, im Rahmen des von der EU geförderten SPRINT (Open SoC Design Platform for Reuse and Integration of IPs) Projektes statt.

Einen weiteren wichtigen Aspekt im Entwurf modellbasierter mechatronischer

Systeme bildet die strukturierte Erstellung von Testumgebungen ausgehend von ersten textuellen Anforderungsbeschreibungen, was im Rahmen des Teilprojekts B3 des SFB 614 untersucht wird. Hier befassen sich laufende Arbeiten mit der schrittweisen methodischen Umsetzung der Anforderungen in ein UML-basiertes Zwischenformat aus dem in einem nachfolgenden Schritt eine Testumgebung und Testsequenzen generiert werden können. Die Umsetzung erfolgt über die von DaimlerChrysler entwickelte Klassifikationsbaummethode für eingebettete Systeme (CTM/ES). Zur automatischen Generierung von Testumgebungen wurden von uns hierzu Klassifikationsbäume um Constraints, Akzeptanz- und Überdeckungskriterien auf Basis von SystemVerilog-Assertions erweitert.

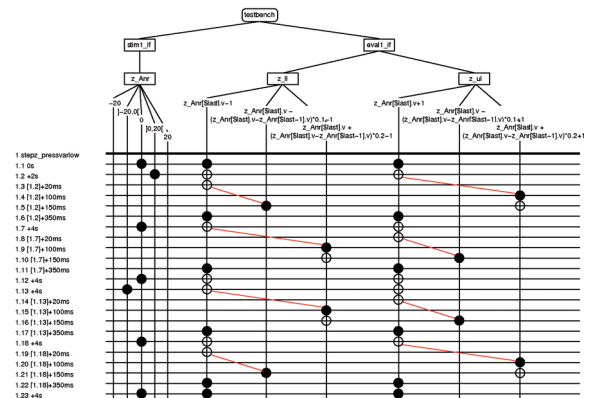
### Validierung und Verifikation

Der AUTOSAR-Standard definiert eine Softwarearchitektur, Softwareschnittstellen und Austauschformate im Bereich von netzwerkbasierter Steuergerätesoftware im Automobil. Das vom BMBF geförderte TIMMO (TIMing MOdel) Projekt, welches von uns in Kooperation mit Audi, Volkswagen, Volvo, Bosch, Continental Automotive, Syntavision, TTTech, ZF Friedrichshafen, ETAS und der Chalmers Universität durchgeführt wird, entwickelt eine Erweiterung des AUTOSAR-Standards zur Spezifikation von Zeitverhalten. Einer der Schwerpunkte im TIMMO-Projekt liegt in der Definition der sog. TADL (Timing Augmented Description Language) deren Syntax mittels eines UML-Metamodells definiert wird. TADL-Beschreibungen erlauben die Spezifikation von Zeitschranken und anderen Laufzeit-Constraints von Softwarekomponenten, welche durch eine statische Zeitanalyse, wie z.B. durch SymTA/S von Syntavision, verifiziert werden können. Zur Validierung der Projektergebnisse erstellt unsere Arbeitsgruppe in Kooperation mit TTTech und Syntavision neben der eigentlichen Entwicklung von TADL einen Steer-by-Wire Prüfstand. Der Prüfstand integriert AUTOSAR-kompatible Software und neueste FlexRay-Technologien verschiedenster Hersteller und wurde in Kooperation mit der Arbeits-

gruppe von Prof. Trächtler entwickelt. Die gemeinsamen Forschungsarbeiten umfassen u.a. Untersuchungen zur Konfiguration und Rekonfiguration von FlexRay-Netzwerken und unter besonderer Betrachtung der Echtzeitbetriebssystemkonfigurationen der einzelnen Netzwerkknoten.

### Online-Verifikation

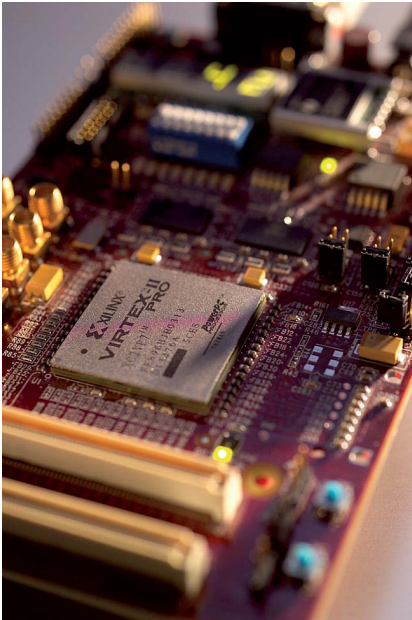
Im Teilprojekt C2 des SFB 614 werden Verfahren zur formalen Verifikation von sicherheitskritischen Systemen entwickelt, die in der Lage sind ihre SW-Komponenten während der Laufzeit zu verändern und auszutauschen. Laufzeitverifikation beschränkt sich üblicherweise auf ein reines Monitoring des Ablaufs einer Berechnung. Fehler können also nur entdeckt werden, wenn sie bereits eingetreten sind. Im Gegensatz dazu arbeitet unser Verfahren auf Modellebene, wobei der Zustand der Berechnung auf Implementierungsebene dazu benutzt wird, den Zustandsraum der in den  $k$  nächsten Schritten erreichbaren Zustände auf Modellebene zu bestimmen. Können diese Zustände auf Modellebene als korrekt verifiziert werden, kann die entsprechende Berechnung auf Implementations-ebene durchgeführt werden. Die Verifikation zur Laufzeit findet also in verschränkter Weise mit dem eigentlichen Ablauf des Programms statt und eventuelle Fehler werden bereits vor ihrem Eintreten erkannt. Außer dem Modell des Programms müssen auch die zu überprüfenden Eigenschaften angegeben werden. Diese werden mit Hilfe von Echtzeit-OCL-Bedingungen definiert. In üblicher Weise werden offline eine Finite State Machine (FSM) und Programmcode aus den UML-Zustandsdiagrammen, sowie ACTL/LTL-Formeln aus den OCL-Bedingungen generiert. Auf dieser Basis kann dann die als Betriebssystem-Dienst implementierte Online-Verifikation zu wohldefinierten Zeitpunkten aktiviert werden.



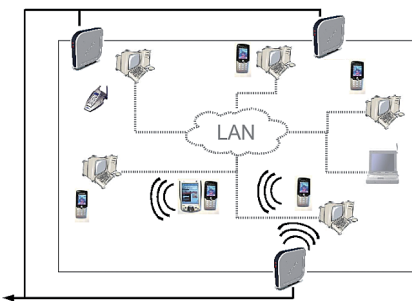


## DERty DREAMS

### Distributed Real-time Extensible Application Management System



Avnet Virtex Board: Eine von mehreren Testplattformen für das Echtzeitbetriebssystem DREAMS



Drahtlose Multi-Hop Telefonie

#### Selbstoptimierung

In Zusammenarbeit mit der Fachgruppe von Prof. Rückert wird im Rahmen des Teilprojektes C2 des SFB 614 ein RTOS für selbstoptimierende Systeme bereitgestellt. Eine Herausforderung für das RTOS stellt diese Anwendungsklasse durch stark unterschiedliche oder sich ändernde Anforderungsprofile dar. Um optimaler Dienstgeber für diese Anwendungsklasse zu sein wird der Ansatz verfolgt das RTOS dynamisch zur Laufzeit ressourceneffizient anzupassen. Das RTOS analysiert die aktuellen Rahmenbedingungen und optimiert sich selbstständig durch Rekonfiguration. Hierbei ist zu gewährleisten, dass zu jeder Zeit ein sicherer Betrieb garantiert werden kann.

Bestandteil des selbstoptimierenden RTOS ist ein flexibler Ressourcen-Manager. Dieser optimiert die Verteilung der Ressourcen auf die Anwendungen und Systemdienste. Speziell ermöglicht er temporär nicht genutzte Ressourcen von Diensten und Anwendungen auf einem Knoten anderen Anwendungen nutzbar zu machen. Ein spezieller Mechanismus, der dem Verhalten des menschlichen Körpers in Stresssituationen nachempfunden ist, ermöglicht eine flexible Freisetzung von Ressourcen zur Behandlung von Notfällen.

In aktuellen Arbeiten werden Konzepte erarbeitet, die Ressourcen transparent auch auf anderen Knoten eines Controllernetzwerks zur Verfügung stellen. Hierfür wird das Konzept der lokalen Optimierung auf ein RTOS-Netzwerk erweitert. Der verfolgte Ansatz basiert auf dezentralen Ameisenalgorithmen. Mit Hilfe eines in das RTOS integrierten Verifikationsmechanismus kann die Sicherheit von Anwendungen und Diensten des Betriebssystems auch unter Rekonfiguration und Optimierung zur Laufzeit gewährleistet werden.

Zur Steigerung von Sicherheit und Zuverlässigkeit wurde unser RTOS DREAMS auf eine konfigurierbare Mikrokernarchitektur umgestellt. Die Herausforderung war es dabei diese Architektur zur Ausführung auf Knoten mit minimaler Hardware zu realisieren. Zur weiteren Steigerung der Sicherheit und Zuverlässigkeit

wird auf Basis unseres RTOS eine hybride Virtualisierungsplattform entwickelt. Eine wichtige Eigenschaft ist, dass diese Plattform den Bedingungen eingebetteter selbstoptimierender Realzeitsysteme genügen muss. Im Rahmen dessen werden derzeit verschiedene Soft- und Hardwarearchitekturen sowie Emulationsstrategien untersucht.

#### Organic Computing

Die Entwicklung eingebetteter Systeme für Energie-beschränkte, drahtlose Netzwerke ermöglicht eine Vielzahl neuer Anwendungen. Hierbei werden kostengünstige eingebettete Systeme mit kleinem Footprint über ein Gebiet verteilt, um ein drahtloses Sensornetzwerk zu bilden. Das Betriebssystem NanoOS wurde von unserer Fachgruppe speziell für diese Art von Netzwerken entworfen. Um den Hardwarebeschränkungen gerecht zu werden, werden die Dienste in NanoOS auf die Knoten verteilt und gemeinsam genutzt.

Es gibt zwei weitere große Herausforderungen: Zum einen können die Knoten des Netzwerks ihre Position verändern. Zum anderen weisen die migrierten OS Dienste oft Realzeitanforderungen auf. Auf die erste Herausforderung reagieren wir mit Dienstmigration, die dynamisch den Standort der Dienste im Netzwerk anpasst. Die Entscheidung der Migration wird auf der Basis von Selbstoptimierungsalgorithmen getroffen. Die genutzten biologisch-inspirierten Algorithmen bieten den Vorteil, dass sie auf lokalen Informationen und Interaktionen basieren. Diese Eigenschaft erweist sich vor allem in dem von uns betrachteten Anwendungsgebiet als Vorteil, da sie zu einem geringen Ressourcenverbrauch und Kommunikationsaufwand führt.

Um NanoOS für große Netzwerke skalierbar zu machen, haben wir einen Clustering-Algorithmus entwickelt, der auf selbstorganisierender Arbeitsteilung zwischen Ameisen beruht. In der Natur besteht eine Ameisenkolonie aus mehreren morphologischen Kasten, die die Fähigkeiten einer Ameise im Hinblick auf gewisse Aufgaben bestimmen. Ihre Fähigkeit zusammen mit der Notwendigkeit einer Aufgabe bestimmen die Tendenz

der Ameise diese Aufgabe zu übernehmen. Mit diesem Mechanismus ist die Kolonie in der Lage auf Veränderungen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und der zu erledigenden Aufgaben effizient zu reagieren. Auf unseren Algorithmus übertragen, stellen die Knoten die Individuen einer Kolonie dar. So sind z. B. Knoten mit guter Konnektivität und hohen Energiereserven gute Kandidaten für die Rolle des Clusterheads. Die Wahrscheinlichkeit eine bestimmte Rolle zu übernehmen basiert dabei auf der Eignung eines Knotens für diese Rolle und der Notwendigkeit des Wechsels. Nach dem Rollenwechsel eines Knotens zum Clusterhead beginnt dieser neue Mitglieder zu rekrutieren, um eine Mindestmenge von Ressourcen zu erreichen, die in seinem Cluster zur Verfügung stehen sollen.

In unserer Arbeit im Bereich drahtloser Netzwerke geht es um Protokolle für ad-hoc Telefonienetze in Unternehmen. Statt bisheriger drahtgebundener Telefonanlagen sollen Telefone künftig über multihop Verbindungen miteinander und mittels spezieller Gateways auch mit der Außenwelt kommunizieren können. Die größte Herausforderung sind dabei die rigiden QoS Anforderungen. Dies betrifft aus Benutzersicht vor allem die Ende-zu-Ende-Verzögerung. Um den QoS Bedingungen gerecht zu werden, wird ein optimiertes Cross-Layer-Protokoll entwickelt, bei dem MAC, Topologiekontrolle und Routing zusammenarbeiten.

Im Rahmen des DFG Schwerpunktprogramms „Organic Computing“ entwickeln wir im Projekt „A Modular Approach for Evolving Societies of Learning Autonomous Systems“ einen Ansatz für selbstorganisierende und selbstoptimierende autonome Systeme, die in Gruppen derartiger Systeme emergentes Verhalten aufweisen. Wir untersuchen, wie ein System lernen kann sich veränderlichen Umgebungen anzupassen und gleichzeitig das Verhalten der gesamten Gruppe zu berücksichtigen. Zur Bewertung von Verhalten verfolgen wir dezentrale Bewertungsfunktionen, die auf soziobiologischen Paradigmen wie Emotionen und Trieben beruhen. Um die Adaption des Verhaltens eines Systems zu beschleunigen,

kombinieren wir individuelle Exploration mit der Imitation erfolgreichen Verhaltens anderer Gruppenmitglieder. Hier haben wir einen Ansatz entwickelt, mit dem Roboter nur auf Basis von subjektiven Beobachtungen herausfinden können, welche Roboter für die Imitation geeignet sind, und welche aufgrund z.B. unterschiedlicher Hardware eher nicht imitiert werden sollten. Der entwickelte modulare Ansatz wird simulativ und experimentell mithilfe des Paderkicker-Roboterfußball-Teams evaluiert.

### RTOS-Simulation

Zur Beschleunigung der RTOS-Simulation ist ein kanonisches Modell auf Basis von SystemC in Kooperation mit der Universität Irvine, CA, USA entwickelt worden. Das Modell beinhaltet grundlegende Operationen zur Beschreibung von Taskwechseln und der Behandlung von Hardwareunterbrechungen und erlaubt die Darstellung und Simulation existierender Betriebssysteme auf einem PC.

Voraussetzung für die Simulation von Ausführungszeiten ist die Unterteilung des Quelltextes in atomare Blöcke mit Markierung der benötigten Rechenzeit für den Zielprozessor. Trotz grober Markierungen kann eine zeitlich genaue Simulation von Ausführungszeiten und Unterbrechungen durch spezielle Behandlung der markierten Zeit und getrennte Betrachtung von Software- und Interrupt-Scheduling erreicht werden. Neu entwickelte Verfahren zur Markierung erlauben eine effiziente Darstellung der Ausführungszeiten und geben Vorgaben zur Platzierung der Marken.

In Kooperation mit dSPACE ist dieses Vorgehen am Beispiel von AUTOSAR kompatibler Software für ECUs untersucht worden. Die Abbildung des OSEK-RTOS auf das kanonische Modell und die Markierung des Quelltextes mit Ausführungszeiten erlauben neben der effizienten funktionalen Simulation Zeitanalysen der Software bei geringeren Fehlern.



Die „Paderkicker“

### Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft:  
SFB 614, TP. C2 (RTOS/RCOS für selbstoptimierende Systeme)  
SPP 1183 - Organic Computing  
(A Modular Approach for Evolving Societies of Learning Autonomous Systems)  
Europäische Union:  
Projekt e-CUBES  
EDA-Zentrum:  
Projekt AIS (Autonome Integrierte Systeme)

### Beteiligte Wissenschaftler:

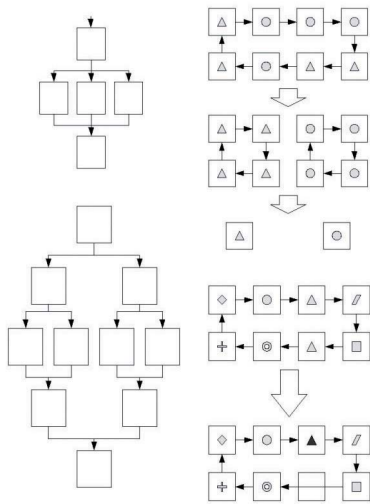
Dipl.-Inform. Michael Ditze  
Dr. rer. nat. Dania Adnan El-Kebbe  
Dr. rer. nat. Marcelo Götz  
M. Sc. Tales Heimfarth  
Dipl.-Inform. Isabell Jahnich  
Dipl.-Inform. Katharina Stahl  
Dipl.-Inform. Peter Janacik  
Dipl.-Inform. Timo Kerstan  
Dipl.-Inform. Johannes Lessmann  
Dipl.-Inform. Simon Oberthür  
Dipl.-Inform. Willi Richert  
Dipl.-Inform. Henning Zabel

### Kontakt:

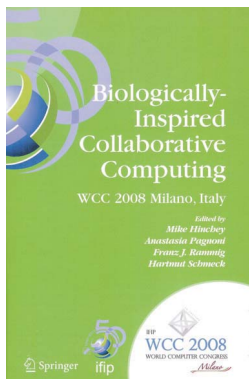
Dipl.-Inform. Timo Kerstan  
E-Mail: kerstan@uni-paderborn.de  
Telefon: +49 (0) 525160 65 15  
Telefax: +49 (0) 525160 65 02

# DERty RuSt

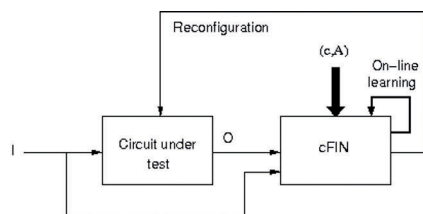
## Rekonfigurierbare eingebettete Systeme



Algorithmische Skelette: Farm, Iterative, Divide & Conquer und Cluster



Biologically Inspired Collaborative Computing. WCC 2008 Milano-Italy. Edited by: Mike Hinchey, Anastasia Pagnoni, Franz J. Rammig, Hartmut Schmeck



Immunorepairing

Der Forschungsbereich DERty RuSt befasst sich mit der Entwicklung von Entwurfsmethoden und Optimierungskonzepten für rekonfigurierbare Eingebettete Systeme im Bereich der Hardware. Schwerpunktmäßig werden Fehlertoleranz, Selbstreparatur, dynamische Rekonfigurierung, „Biologically Inspired Computing“ (manche Ergebnisse sind in dem Buch *Biologically-Inspired Collaborative Computing* edited by Mike Hinchey, Anastasia Pagnoni, Franz J. Rammig, Hartmut Schmeck zu sehen) und selbst-organisierende Systeme betrachtet.

### Immunorepairing

Immunorepairing setzt Konzepte des Immunocomputing für die Fehlererkennung und die Rekonfigurierungsmöglichkeit von FPGAs für Selbstreparatur ein. Immunocomputing überträgt mittels eines formalen Modells die Prinzipien der Informationsverarbeitung von Proteinen und Immunnetzen auf die Lösung spezifischer komplexer Probleme. Freie Bindungen zwischen Proteinen inspirieren formale Immunnetzwerke, die in der Lage sind, zu lernen, erkennen und Probleme zu lösen. Mathematisch basiert diese Methode auf der Singularwertzerlegung einer Matrix. Kurze Lern- und Erkennungszeiten und gute Ressourceneffizienz in Bezug auf Speicher- und Rechenleistung lassen sich erzielen. Durch Ausnutzung dieser Eigenschaften, kann Immunocomputing für die on-line-Fehlererkennung verwendet werden.

Man kann Fehlertoleranz durch Fehlererkennung und Fehlerbehebung erreichen. Immunorepairing baut fehlertolerante FPGA Schaltungen mittels formaler Immunnetze und selbst-prüfender Systeme. Das System verfügt über einen verteilten Fehlererkennungsmechanismus mittels verteilter eingebetteter Selbsttestschaltungen innerhalb des FPGA. Dadurch ist die Synthese auch für eine sehr große Schaltung in linearer Zeit möglich. Jede Teil-Schaltung bekommt ein Testmuster und die Antwort wird durch cFINs (Zytokin formelle Immunnetzwerke) ausgewertet. Die selbst-reparierende Schaltung profitiert dabei von der Geschwindigkeit der cFIN-Methode bei der Fehlerrückmeldung

und der Anwendung einer jeweils spezifischen Fehlerkorrektur-Methode.

### Algorithmische Skelette

Algorithmische Skelette separieren die Struktur vom Verhalten eines Systems. Sie wurden von Murray Cole in den 1980er Jahren eingeführt. Ursprünglich ist das Anwendungsfeld der Algorithmischen Skelette das parallele Rechnen auf Clustern oder Grids. Durch die Skelette wird der Programmierer von der Angabe der Struktur seiner Implementierung befreit, insbesondere der Frage der Zuordnung auf bestimmte das Problem ausführende Prozessoren. Algorithmische Skelette stellen also eine strukturierte Ordnung der parallelen Berechnung dar.

Algorithmische Skelette sind oft Teil einer spezifischen Bibliothek, die für die Implementierung der Algorithmen durch den Systementwickler verwendet wird. Durch die Festlegung auf Algorithmische Skelette wird der Programmierer gezwungen, Strukturinformationen zu liefern, wie sie für eine effiziente Ausführung von Algorithmen auf rekonfigurierbaren Systemen benötigt werden.

Zudem sind Algorithmische Skelette den Higher Order Functions der funktionalen Sprachen recht ähnlich. In diesem Rahmen wird eine Python Bibliothek, die Algorithmische Skelette anbietet, für die Dokumentation als auch als Repository für Modelle geschrieben. Beispiele sind: Pipe, Farm, Divide and Conquer, Iterative und Cluster. Diese Beispiele sind auf den Bildern links intuitiv zu sehen.

### Signalverarbeitung Front-End für Spracherkennung

Die Anwendbarkeit der unterschiedlichen algorithmischen Skelette wird anhand des Designs eines Signalverarbeitungs-Front-End für Spracherkennung überprüft. Es wird untersucht wie unterschiedliche Arten der Sprach-Kodierer, die durch algorithmische Skelette beschrieben sind, dynamisch in der Laufzeit geändert werden können. Dabei entsteht eine VHDL-Bibliothek algorithmischer Skelette für partiell dynamische Rekonfiguration. Auf dieser Basis lässt sich ein Modell einer Spracherkennung entwickeln, das



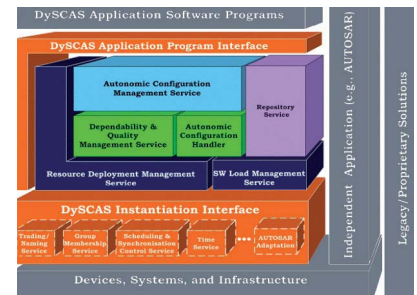
dynamische Rekonfiguration benutzt und algorithmische Skelette verwendet. Ein Channel Vocoder Modell wird durch eine Kombination von Farm- und Pipe-Skeletten dargestellt. Ein systolisches Skelett wird für die Beschreibung der Faltung im zeitlichen Bereich benutzt. Sinusoidal Transform Coding wird mit Hilfe eines Divide & Conquer Skeletts beschrieben. Die Modelle werden als synthetisierbare Schaltkreise spezifiziert. Anwendungen für algorithmische Skelette werden durch Datenkapselung, die von einer speziellen VHDL Bibliothek bereitgestellt wird, entwickelt. Ein Hardware Demonstrator wird auf einem FPGA Development Board (Erlangen Slot Machine), welches speziell für die Anwendungen im Bereich der dynamischen Rekonfiguration gedacht wurde, implementiert.

### Dyscas (Dynamically Self-Configuring Automotive Systems)

Zukünftige Anwendungsszenarien für Fahrzeugelektroniksysteme sehen einen gleichzeitigen Zugriff auf mehrere mobile Geräte vor, die Ad-hoc-Netzwerke mit den fest-eingebauten Geräten aufbauen und netzbasierte Dienste verwenden. Die Beschaffenheit von Fahrzeugsystemen erfordert eine Plattform, die die Komplexität des Systems vor dem Benutzer verbirgt und dabei dennoch hoch-entwickelte Leistungsmerkmale, um Ressourcen optimal zu nutzen, bereitstellt. Anforderungen an die Konfigurationsflexibilität und die Skalierbarkeit der Systeme können von gegenwärtigen High-End-Elektronikarchitekturen im Fahrzeug nicht erfüllt werden. Im DySCAS-Projekt werden die grundlegenden Mechanismen und Konzepte für eine Rekonfiguration der Systeme entwickelt. Die Spannweite reicht von Algorithmen zur Laufzeitkonfiguration über Middleware-Lösungen bis zu grundlegenden Software-Implementierungstechnologien, z. B. Betriebssysteme und Kommunikationsnetze. Strukturen für ein Software-Schichtenmodell werden erarbeitet, die die allgemeine Bereitstellung von Selbstbehandlungsverhalten unterstützen. Die Implementierung einer Demonstrationsapplikation soll Leistungsmerkmale wie automatische Ermittlung neuer

Geräte, Software-Download und Softwareverschiebung präsentieren. Zusätzlich wird die Lastverteilung innerhalb des Infotainment-Netzes eines Fahrzeuges behandelt. Unter Berücksichtigung der Echtzeitanforderungen der zu verteilenden Anwendung und der Rekonfiguration werden existierende Scheduling-Strategien angepasst oder neue entwickelt.

Das DySCAS-Middleware System ist durch eine geschichtete Architektur gekennzeichnet, die aus zwei Gruppen von Laufzeit-Diensten besteht: Zum einen Kerndienste, die grundlegenden Middleware-Unterstützung für dynamische Selbstkonfiguration bieten, und optionale Dienste, die für die notwendige transparente Ablauf- und Ausführungsunterstützung in bestimmten Zielumgebungen zuständig sind. Den Konzepten der autonomen Architektur folgend, ist die DySCAS Middleware Architektur des Weiteren in drei Dienste-Ebenen unterteilt: Die oberste Ebene, die Anwendungsebene, bietet Dienste für Automatik- und Selbst-Management. Die grundlegende Operationsschicht ist durch Dienste gekennzeichnet, die für das Erzeugen, Planen und Synchronisieren von dynamischen Operationen auf der Zielplattform verantwortlich sind. Die unterste Ebene bietet Dienste, die das Management von Ressourcenbindung und Systemkonfiguration auf den Zielplattformen erlauben.



Dyscas Architektur

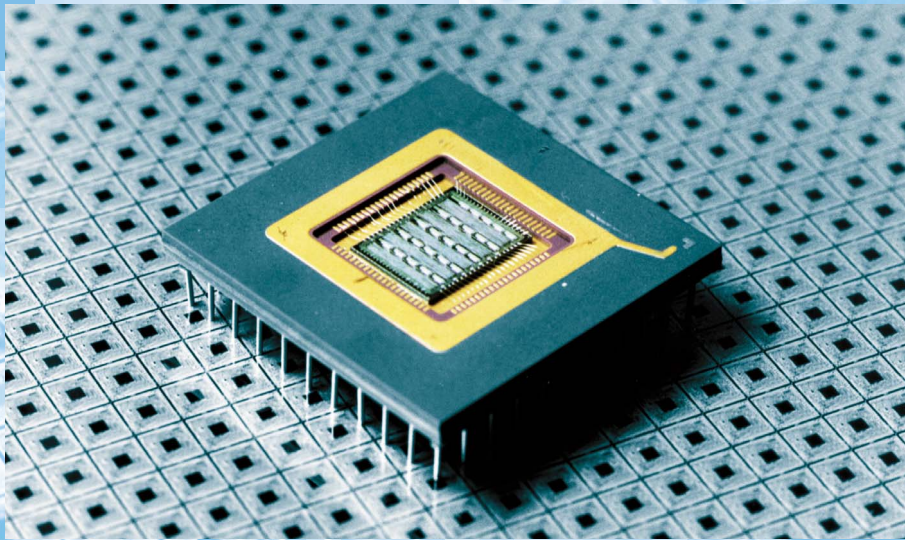
**Gefördert durch:**  
TP<sup>2</sup>R<sup>2</sup> - DFG: SPP1148  
Projekt Dyscas - EU: FP6

**Beteiligte Mitarbeiter:**  
Dipl.-Inform. Isabell Drüke  
M.Sc.-Eng. Norma Montealegre  
Dipl.-Inform. Philipp Adelt  
Dipl.-Ing. Andreas Thuy  
Dipl.-Inform. Willi Richert  
Dipl.-Inform. Markus Koch  
M. Sc. Matthias Schnelte  
Dipl.-Inform. Katharina Stahl  
Dr. rer. nat. Achim Rettberg

**Kontakt:**  
M.Sc.-Eng. Norma Montealegre  
Email: norma@upb.de  
Telefon: + 49 (0) 5251/60 64 93  
Telefax: + 49 (0) 5251/60 65 02

# Schaltungstechnik

## Schaltungstechnik



## Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie und Herausforderung

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

Mit der zunehmenden Anwendung der Integrationstechnik in nahezu allen Lebensbereichen hat sich die Mikroelektronik zur Schlüsseltechnologie der modernen Informationsgesellschaft entwickelt. Der systematische Entwurf und bedarfsgerechte Einsatz ressourceneffizienter mikroelektronischer Systeme ist das zentrale Forschungsziel des Fachgebietes Schaltungstechnik.

E-Mail: [Ulrich.Rueckert@hni.upb.de](mailto:Ulrich.Rueckert@hni.upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251 | 60-63 46

Telefax: +49 (0) 5251 | 60-63 51

<http://www.hni.uni-paderborn.de/sct>



## Schlüsseltechnologie Mikroelektronik

Der ungebrochene revolutionäre Fortschritt der Mikroelektronik ist die treibende Kraft für die Entwicklung neuer technischer Produkte mit deutlich erweiterter Funktionalität und gesteigerter Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig niedrigeren Kosten. Auch über das Jahr 2010 hinaus wird die Weiterentwicklung der Mikroelektronik nicht durch physikalisch-technologische Grenzen eingeengt sein, so dass die Herausforderungen in der Beherrschung der Entwurfskomplexität – Stand der Technik sind mehr als eine Milliarde Bauelemente (Transistoren) auf einer Fläche von wenigen Quadratzentimetern – und in der wirtschaftlichen Nutzung dieser technologischen Möglichkeiten liegen.

Vor diesem Hintergrund entwickelt die Fachgruppe Schaltungstechnik mikroelektronische Komponenten und Systeme in digitaler sowie analoger Schaltungstechnik. Besondere Berücksichtigung finden massiv-parallele Realisierungsvarianten sowie die Bewertung der Ressourceneffizienz entsprechender Implementierungen. Ressourceneffizienz bedeutet hier, mit den physikalischen Größen Raum, Zeit und Energie sorgfältig umzugehen.

Unsere Forschungs- und Technologietransferaktivitäten konzentrieren sich auf die Schwerpunkte Kognitronik und Mediatronik. Hand in Hand mit der Forschung geht die theoretische und praktische Ausbildung der Studenten in der Handhabung und Beherrschung der Schlüsseltechnologie Mikroelektronik in konkreten Anwendungen der Informations- und Automatisierungstechnik.

### Kognitronik

Kognitronik befasst sich mit der Entwicklung mikroelektronischer Schaltungen zur ressourceneffizienten Realisierung kogni-

tiver Systeme. Ziel unserer Forschungsaktivitäten ist es, technische Produkte mit kognitiven Fähigkeiten auszustatten, so dass diese neben einer erhöhten Funktionalität insbesondere sicherer und benutzerfreundlicher werden.

Vorbilder für kognitronische Systeme haben sich in der Natur im Verlauf der biologischen Evolution in großer Anzahl entwickelt. Es liegt daher nahe, biologische Informationsverarbeitungsprinzipien auf technische Systeme zu übertragen. Schwerpunkt unserer Arbeiten ist die Analyse der theoretischen Leistungsfähigkeit und die integrationsgerechte Umsetzung derartiger Prinzipien.

### Mediatronik

Mediatronik ist ein interdisziplinäres Forschungsfeld im Heinz Nixdorf Institut, das sich mit der situativen Integration technischer Produkte und Dienste in offene Systeme befasst. Diese Systeme zeichnen sich zukünftig in noch stärkerem Maße durch eine dezentrale Organisation von dynamisch vernetzten, kognitiven Komponenten aus.

Unser Ziel ist die Entwicklung und Bereitstellung von Methoden und Techniken, die es technischen Produkten ermöglichen, effizient zu kommunizieren und zu kooperieren. Hier verfolgen wir neue Ansätze, die verfügbare Rechenleistung und die Netzwerk-Ressourcen flexibel zu nutzen, um den Anforderungen an Dienstgüte und Zuverlässigkeit zukünftiger Kommunikationssysteme optimal gerecht zu werden.



Mit dem Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen für herausragende marktrelevante Forschung und forschungsbasierte Innovation, der in diesem Jahr erstmals vergeben wurde, zeichnete die Landesregierung die Paderborner Professoren Reinhold Noé und Ulrich Rückert aus.



Mikroelektronik als technologische Basis für Mediatronik und Kognitronik

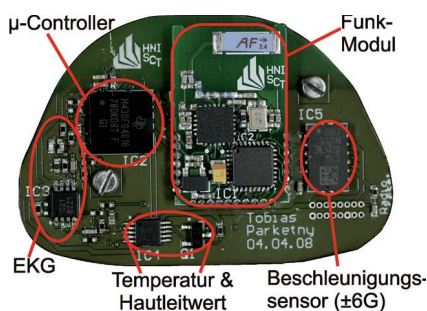


# Elektronik für intelligente Sportkleidung

## Automatische Spielanalyse und Spielbeobachtung im Sport



Basketballspieler mit intelligenter Sportkleidung



Brustgurtmodul mit integrierter Sensorik, Auswerte- und Datenübertragungseinheit sowie Energieversorgung. (Fotos: Jan Braun/HNF)

### Motivation und Ziel

Idee des Projektes ist die Kombination computergestützter Videoanalyse mit der Aufnahme physiologischer Daten. Ziel ist die Darstellung der inneren Beanspruchung gegenüber der äußeren Belastung für Spiel- bzw. Ballsportarten wie Handball oder Basketball. Bei der Analyse von Spiel und Spielern werden Positionen und Bewegungsmuster mit der Herzfrequenz verknüpft, um den individuellen Beanspruchungsgrad eines Spielers der jeweiligen Spielsituation zuzuordnen. Integrierte Elektroden im Sport-Shirt nehmen die physiologischen Werte auf und leiten sie drahtlos per Funk weiter, so dass die Daten dem Trainer oder einem Sportwissenschaftler in Realzeit zur Verfügung stehen.

### Intelligente Kleidung im Sport

Für die Aufnahme physiologischer Daten (Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit, Hauttemperatur) des Sportlers kommt eine am Fachgebiet Schaltungstechnik entwickelte Hardware zum Einsatz, die in ein Sport-Shirt eingearbeitet wird. Über im Shirt integrierte Sensoren werden die physiologischen Daten erfasst; es erfolgt eine Signalaufbereitung sowie die drahtlose Übertragung per Funk an einen Computer.

Während eines Trainings oder Wettkampfes werden alle Spieler von einem aus zwei Kameras bestehenden Videotracking-System erfasst, welches unter der Hallendecke installiert ist. Die Videodaten werden in Echtzeit unter Nutzung spezieller Hardware automatisch ausgewertet,

und es erfolgt eine Positionsbestimmung sowie Verfolgung aller Spieler auf dem Spielfeld.

Das Ergebnis dieser kombinierten Betrachtung ist beispielsweise eine grafische Darstellung, in der die innere Beanspruchung (z.B. Herzfrequenz) der äußeren Leistung (beispielsweise Laufgeschwindigkeit) gegenübergestellt wird. Derartige Analysemöglichkeiten existieren zurzeit nur im Labor unter standardisierten Bedingungen.

### Kooperationen und Ausblick

Die gesammelten biometrischen und videometrischen Daten werden den Trainern zur Verfügung gestellt. Wissenschaftlich kooperieren wir mit dem Arbeitsbereich Sportmedizin (Prof. Dr. med. M. Weiß) sowie mit der Arbeitsgruppe Angewandte Mathematik (Prof. Dr. M. Dellnitz) der Universität Paderborn. Ziel ist die Erkennung und Analyse komplexer Muster im zeitlichen Ablauf des Spielverhaltens sowie die parallele Auswertung sportmedizinischer Daten. Testweise eingesetzt wird das System zur Aufzeichnung und Analyse von Spielen der Paderborn Baskets, eine Mannschaft der Basketball-Bundesliga. Das entwickelte System wird zudem auf der im Januar 2009 beginnenden Sonderausstellung Computer.Sport des Heinz Nixdorf MuseumsForum gezeigt. Neben der Gesamtdarstellung des Projektes wird dem Besucher auch ein interaktives Sport-Video zur Verfügung gestellt.

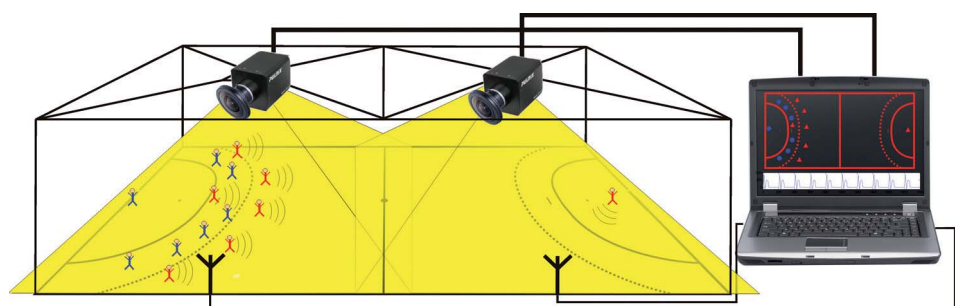
### Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Ing. Per Wilhelm  
E-Mail: [Per.Wilhelm@hni.upb.de](mailto:Per.Wilhelm@hni.upb.de)  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 39

M.Sc. Emad Monier  
E-Mail: [Emad.Monier@hni.upb.de](mailto:Emad.Monier@hni.upb.de)  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 35

Dr.-Ing. Ulf Witkowski  
E-Mail: [Ulf.Witkowski@hni.upb.de](mailto:Ulf.Witkowski@hni.upb.de)  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 52  
Telefax: +49 (0) 5251/60 63 51

<http://www.hni.uni-paderborn.de/sct>



Videosystem zur Spielerfassung mit gleichzeitiger Aufnahme von physiologischen Daten

# Kooperierende mobile Miniroboter

Roboter vernetzen sich zu Teams und handeln eigenständig

## Motivation

Roboter halten immer mehr Einzug in unser alltägliches Leben. Der Einsatz von mobilen Robotern ist nicht mehr auf wenige, spezielle Bereiche beschränkt, sondern Roboter werden allgegenwärtig. Eine besondere Bedeutung hat die drahtlose Vernetzung von Robotern, so dass die Roboter zum Einen Daten mit der von Menschen genutzten Kommunikationstechnologie austauschen können. Zum Anderen vernetzen sich die Roboter untereinander, um beispielsweise erfolgreich kooperativ zu handeln.

## BeBot-Miniroboter

Die Entwicklung mobiler Robotersysteme einschließlich einfach zu nutzender drahtloser Kommunikationslösungen ist eine komplexe Herausforderung. Wir verfolgen den Ansatz, mobile Miniroboter, an denen man wichtige wissenschaftliche Fragestellungen effizient in kleinem Maßstab bearbeiten kann, im Rahmen der Entwicklung komplexer Anwendungen einzusetzen. Vor diesem Hintergrund ist im Heinz Nixdorf Institut in Kooperation der Fachgruppen Schaltungstechnik (Prof. Rückert) und Rechnerintegrierte Produktion (Prof. Gausemeier) die flexibel nutzbare Miniroboterplattform BeBot entwickelt worden, die sich neben dem robusten Antrieb durch eine modulare Architektur mit leistungsfähiger Informationsverarbeitung auszeichnet.

Der Miniroboter BeBot integriert auf kleiner Fläche von 90mm×90mm einen leistungsfähigen Kleincomputer basierend auf dem Prozessor PXA270, der in vielen PDAs zum Einsatz kommt.

Ergänzt wird die Informationsverarbeitung durch mehrere Mikrocontroller und ein FPGA, mit dem Algorithmen durch Nutzung von Parallelität beschleunigt werden können, um beispielsweise eine Echtzeit-Bildverarbeitung auf dem Roboter zu ermöglichen. Als Betriebssystem wird Linux genutzt, so dass eine Vielzahl von vorhandenen Softwarewerkzeugen für die

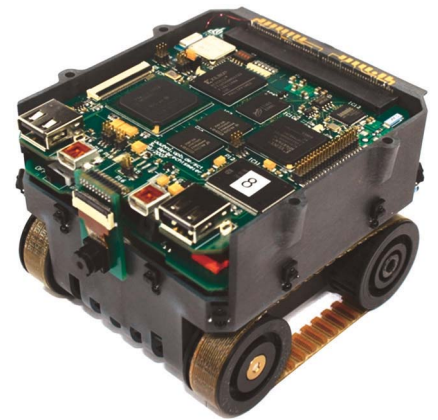
Programmentwicklung zur Verfügung steht. Neben der komfortablen Unterstützung des Zugriffs auf Sensorik und Aktorik durch das Betriebssystem werden Funktionen für die dynamische Rekonfiguration des FPGA-Bausteins bereitgestellt. Für Experimente mit kooperierenden Robotern und den drahtlosen Zugang zu den Robotern stehen die Funktechnologien Bluetooth, ZigBee sowie WLAN zur Verfügung. Hiermit lassen sich die Roboter komfortabel in bestehende WiFi-Netze integrieren.

## Mobiles Ad-hoc-Netzwerk

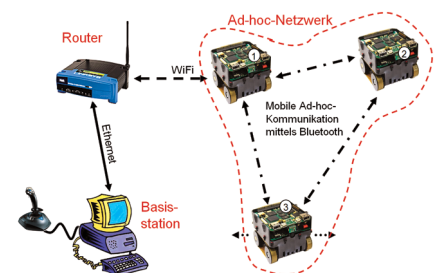
Der BeBot ist auf Grund seiner Größe und Leistungsfähigkeit eine ideale Plattform für Multiroboterexperimente. Ein Anwendungsszenario sieht den Aufbau mobiler Ad-hoc-Netze vor, bei dem Roboter unter Verwendung eines Explorationsalgorithmus Daten aus ihrer Umwelt aufnehmen und diese an eine Basisstation zur Visualisierung senden. Dabei bilden die mobilen Roboter selbst Knoten innerhalb des Netzes und platzieren sich dynamisch, um auch bei einer sich ändernden Netztopologie eine Kommunikationsverbindung zur Basisstation sicherzustellen. Das skizzierte Szenario ist Teil einer Fragestellung, die im EU-geförderten Projekt GUARDIANS (Projektnummer: 045269) bearbeitet wird.

## Experimentierplattform Telewerkbank

Eine besondere Herausforderung bei Multiroboterexperimenten ist das Einrichten, Durchführen und Analysieren von komplexen Experimenten. Hierfür haben wir die Telewerkbank entwickelt, die gegenwärtig nach mehrjähriger erfolgreicher Nutzung auf Grund zukünftigen Anforderungen optimiert neu aufgebaut wird. Die neue Plattform unterstützt auf 16 m<sup>2</sup> Multiroboterexperimente mit 64 Robotern und stellt eine interaktive Analysesoftware zur Verfügung.



Miniroboterplattform BeBot



Mobiles Ad-hoc-Netzwerk mit drahtloser Anbindung einer Basisstation

## Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft  
GZ: INST 214/47-1 FUGG

## Kontakt:

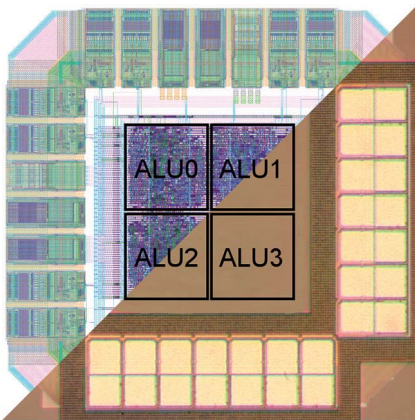
Dipl.-Ing. Stefan Herbrechtsmeier  
E-Mail: Stefan.Herbrechtsmeier@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251160 63 42

M.Sc. Andry Tanoto  
E-Mail: Andry.Tanoto@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251160 63 35

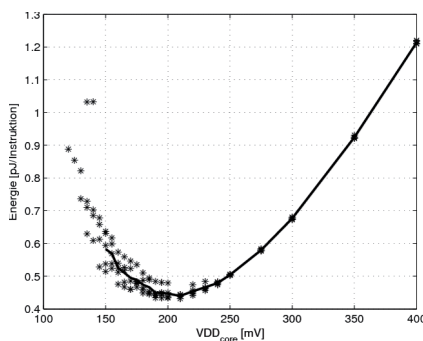
Dr.-Ing. Ulf Witkowski  
E-Mail: Ulf.Witkowski@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251160 63 52  
Telefax: +49 (0) 5251160 63 51

# Subthreshold-Standardzellenbibliothek

## Energieeffiziente Schaltungstechnik



Layout und Foto des Subthreshold-Testchips mit vier ALUs



Gemessene Energieaufnahme der funktionsfähigen ALUs

### Motivation

Steigende Leistungsfähigkeit ist längst nicht mehr der einzige Trend integrierter Digitalschaltungen. Viele Anwendungen benötigen im Betrieb zumindest zeitweise nur relativ geringe Rechenleistung und können von Verfahren zur Energieeinsparung profitieren. Gerade bei mobilen batteriebetriebenen Geräten, wie Notebooks, Handys oder MP3-Playern, ist ein sparsamer Umgang mit der zur Verfügung stehenden elektrischen Energie wünschenswert.

### Subthreshold-Technik

Die wirksamste Maßnahme zur Reduktion der Leistungsaufnahme einer integrierten Schaltung besteht darin, die Versorgungsspannung abzusenken. Gleichzeitig muss die Taktfrequenz reduziert werden, weil bei kleinerer Versorgungsspannung die Verzögerungszeiten der Gatter zunehmen. Dies führt ebenfalls zu einer Reduktion der Leistungsaufnahme. Auch wenn die Versorgungsspannung unter die Schwellspannung der Transistoren abgesenkt wird, sind die Schaltungen prinzipiell noch funktionsfähig, man spricht dann vom Subthreshold-Betrieb. Dabei treten jedoch eine Reihe von Herausforderungen auf, die bereits beim Entwurf einer Subthreshold-Schaltung beachtet werden müssen. Störungen, die beim Betrieb oberhalb der Schwellspannung ignoriert werden können, führen im Subthreshold-Bereich zu einer Fehlfunktion. Solche Störungen sind beispielsweise Prozessparameter-Schwankungen, Temperatureinflüsse, Rauschen bei verringerten Störabständen sowie radioaktive Strahlung. Subthreshold-Schaltungen müssen daher besonders robust entworfen werden.

### Standardzellenbibliothek

In diesem Zusammenhang wurde am Fachgebiet Schaltungstechnik eine spezielle Standardzellenbibliothek erstellt, die den Anforderungen des Subthreshold-Betriebs gerecht wird. Beim Entwurf

wurde das Augenmerk vor allem auf eine hohe Robustheit gegenüber Störungen gelegt und eine Versorgungsspannung von 200mV angestrebt. Die Zellenbibliothek wurde in einer 90nm-Technologie implementiert.

### Testchip

Auf Basis der Subthreshold-Bibliothek können beliebige Low-Power-Digitalschaltungen ausgehend von einer Hardwarebeschreibung durch Softwarewerkzeuge synthetisiert werden, wobei der vorhandene Entwurfsablauf weitgehend beibehalten werden kann. Als Anwendungsbeispiel wurden 15 Testchips mit jeweils vier 32-Bit-ALUs (Arithmetisch-Logischen Einheiten), Operandenregistern und weiterer Testlogik gefertigt und vermessen. Die Messergebnisse zeigen, dass komplexe synthetisierte Systeme im Subthreshold-Betrieb funktionsfähig sind und eine hohe Energieeffizienz aufweisen. Der geringste Energiebedarf einer ALU ergibt sich mit 0,45pJ pro Instruktion bei einer Versorgungsspannung von 210mV und einer Taktfrequenz von 3MHz. Damit beträgt der Energiebedarf pro Instruktion bei niedrigen Versorgungsspannungen nur etwa 15% der Energie, die bei einer Versorgungsspannung von 1V erforderlich ist.

### Ausblick

Weitere Ziele sind zum Einen das Abbilden des am Fachgebiet Schaltungstechnik entwickelten N-Core-Prozessorkerns auf die Subthreshold-Bibliothek sowie die Fertigung eines Testchips. Ein solcher Prozessor könnte beispielsweise in Anwendungen zum Einsatz kommen, bei denen eine besonders energieeffiziente Informationsverarbeitung angestrebt wird. Zum Anderen soll die bestehende Subthreshold-Bibliothek weiter optimiert werden. Dazu ist eine Mehrzieloptimierung der Standardzellen notwendig, um Robustheit und Ressourceneffizienz sicherzustellen.

#### Kontakt:

Dipl.-Ing. Sven Lütkemeier  
E-Mail: svenl@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 44

Dr.-Ing. Ulf Witkowski  
E-Mail: witkowski@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 52  
Telefax: +49 (0) 5251/60 63 51



# QuadroCore

Ein dynamisch rekonfigurierbarer Chip-Multiprozessor

## Motivation

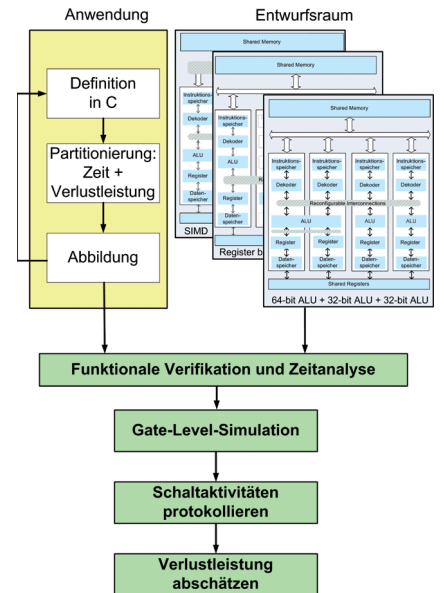
In mikroelektronischen Bausteinen kommen heute oftmals mehrere parallel arbeitende Prozessoren auf einem Baustein zum Einsatz. Abhängig von den Applikationsanforderungen können die zur Verfügung stehenden Verarbeitungseinheiten allerdings in vielen Fällen nicht effizient genutzt werden. Eine Alternative stellen ASIPs dar, Prozessoren mit anwendungsspezifischem Instruktionssatz. Diese sind allerdings auf eine bestimmte Anwendungsklasse spezialisiert und erreichen nur dort ihre volle Leistungsfähigkeit und Energieeffizienz. Am Fachgebiet Schaltungstechnik verfolgen wir einen anderen Ansatz: Der von uns entwickelte QuadroCore besteht aus vier einzelnen Prozessoren, deren Verschaltung im Betrieb verändert werden kann, um den Baustein an wechselnde Anforderungen anzupassen. Die Rekonfiguration wird in einem eng aufeinander abgestimmten System von Prozessor-Eigenschaften und Übersetzer-Techniken zur Leistungssteigerung und zur Erhöhung der Energieeffizienz eingesetzt. Dabei kooperieren wir eng mit der Arbeitsgruppe „Programmiersprachen und Übersetzer“ (Professor Kastens).

## Dynamische Rekonfiguration

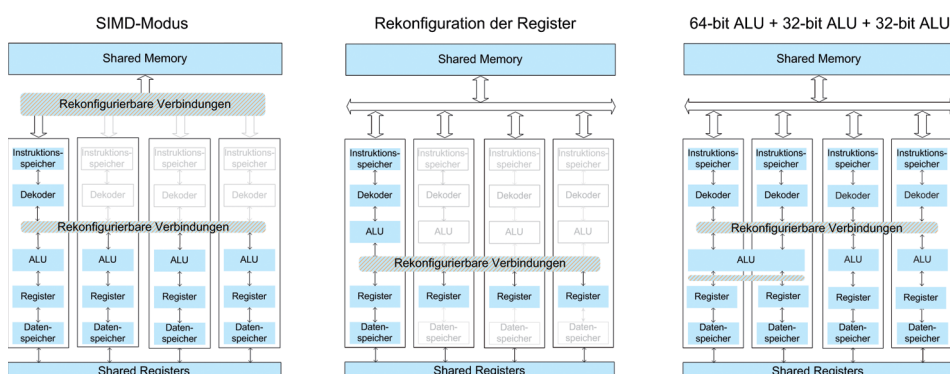
Primäres Optimierungsziel ist die Ressourceneffizienz, d.h. mit minimalen zusätzlichen Kosten für das Erreichen der Rekonfigurierbarkeit soll ein möglichst großer Effekt in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Energieeffizienz erzielt werden. Dabei setzen wir auf Architekturvarianten, zwischen denen zur Laufzeit umgeschal-

tet werden kann. Die Entscheidung zur Rekonfiguration wird dabei vom Compiler getroffen und im Betrieb mit Hilfe von integrierten Rekonfigurations-Instruktionen ausgeführt. Detektiert die Programmanalyse beispielsweise, dass in einem Programmsegment alle Prozessoren die gleichen Instruktionen ausführen und lediglich auf unterschiedlichen Daten arbeiten, so kann der QuadroCore in den SIMD-(Single Instruction Multiple Data)-Modus umgeschaltet werden. In diesem Zustand dekodiert ein Prozessor die Instruktionen für bis zu vier parallel arbeitende Prozessoren, so dass deren Instruktionsdekoder und der Zugriff auf den Instruktionsspeicher abgeschaltet werden können, um Energie zu sparen. Weiterhin stehen beispielsweise Modi zur Verfügung, die eine schnelle Kommunikation und Synchronisation zwischen den Prozessoren ermöglichen.

Der QuadroCore-Prozessor basiert auf vier 32-bit RISC-Prozessoren, die am Fachgebiet Schaltungstechnik entwickelt und auf eine 90nm UMC-Standardzellentechnologie abgebildet wurden. Die Leistungsfähigkeit der Architektur konnte an verschiedenen Anwendungen, wie z.B. Kryptographie mit elliptischen Kurven und Simulation neuronaler Netze demonstriert werden. Im Vergleich zu einer Ein-Prozessor-Lösung erreicht der QuadroCore für diese Applikationen eine Beschleunigung um den Faktor 3,5. Abhängig von den Anforderungen ermöglicht die Rekonfiguration zudem Energie-Einsparungen von mehr als 25%.



Entwurfsablauf für die Entwicklung von Applikationen für den QuadroCore



Der QuadroCore ermöglicht das Umschalten zwischen verschiedenen Betriebsmodi zur Laufzeit

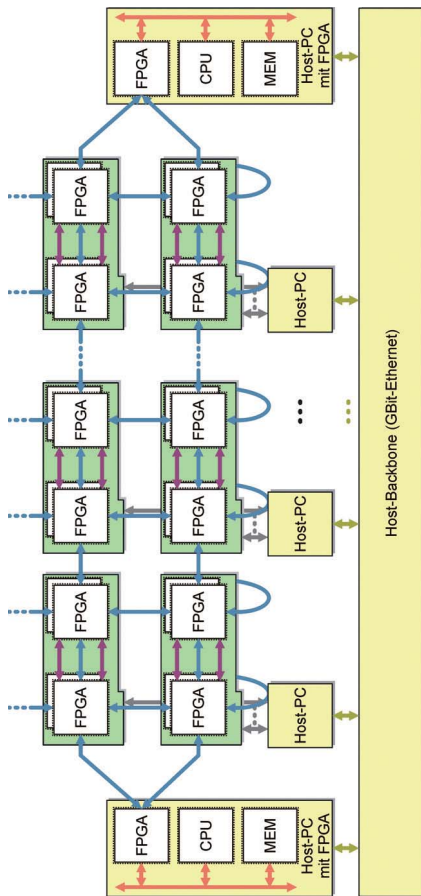
## Kontakt:

M. Sc. Madhura Purnaprajna  
E-Mail: madhurap@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 525160 63 48

Dr.-Ing. Mario Pormmann  
E-Mail: mario@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 525160 63 52  
Telefax: +49 (0) 525160 63 51

# Rekonfigurierbarer Rechencluster

Ein Cluster dynamisch rekonfigurierbarer Recheneinheiten



- ↔ Inter-Board Communication; 26 GBit/s
- ↔ Intra-Board-Communication; 80 GBit/s
- ↔ Front Side Bus; 40 GBit/s
- ↔ PCIe; 16 GBit/s
- ↔ GBit Ethernet; 1 GBit/s

Prinzipieller Aufbau des rekonfigurierbaren Clusters

## Motivation

Dynamisch rekonfigurierbare HW/SW-Systeme sind ein zentrales Forschungsthema im Heinz Nixdorf Institut. Als Basistechnologie für diese Systeme werden am Fachgebiet Schaltungstechnik On-Chip-Parallelrechner entwickelt, die dank ihrer Energieeffizienz eine Erfolg versprechende Alternative zu aktuellen Prozessoren darstellen. Für die Analyse und prototypische Umsetzung der neuen Architekturkonzepte haben wir einen FPGA-basierten dynamisch rekonfigurierbaren Rechencluster entwickelt, der es ermöglicht, neue Hard- und Softwarekonzepte schnell prototypisch umzusetzen. Eine leistungsfähige und flexible Kommunikationsinfrastruktur zwischen den FPGA-Knoten ermöglicht die Emulation von mehreren hundert Prozessoren auf dem Cluster.

## Architektur

Das Prinzip des rekonfigurierbaren Rechenclusters besteht darin, dynamisch rekonfigurierbare Hardwareelemente (FPGAs) über eine leistungsfähige und gleichzeitig flexible Kommunikationsinfrastruktur sowohl eng untereinander zu koppeln, als auch eng an Universalrechner anzubinden. Basiskomponente des Clusters ist das am Fachgebiet Schaltungstechnik entwickelte RAPTOR-XPress-System, eine Weiterentwicklung der Prototyping-Systeme der RAPTOR-Familie. Das

RAPTOR-XPress-Basisboard kann modular mit bis zu vier FPGA-Modulen bestückt werden und stellt umfangreiche Funktionen für Systemmanagement und Kommunikation zur Verfügung. Die Verbindung zum Rechner wird über acht PCI-Express (PCIe) Kanäle realisiert. Über einen PCIe-Switch auf dem RAPTOR-XPress-Basisboard ist es möglich, die volle Bandbreite von 16 GBit/s direkt an jedem Modul zu nutzen. Weiterhin stehen Schnittstellen für USB 2.0 High-Speed und Gigabit Ethernet zur Verfügung.

Zur Kommunikation zwischen Modulen stellt das RAPTOR-XPress-Basisboard breitbandige Verbindungen zwischen benachbarten Modulen bereit, die in einer Ringtopologie eine Bandbreite von 80 GBit/s mit sehr geringen Latenzen erlauben. Über ein zentrales Switch-FPGA können beliebige Module zudem mit einer Bandbreite von 10 GBit/s kommunizieren. Für die Kommunikation zwischen mehreren RAPTOR-XPress-Basisboards werden serielle High-Speed-Verbindungen verwendet, die über einen integrierten 192x192 Crosspoint Switch (1248 GBit/s akkumulierte Bandbreite) verbunden werden. Für eine enge Prozessor-FPGA-Kopplung werden zudem spezielle Host-Systeme in den Cluster integriert, die eine direkte Anbindung von FPGAs an den Front-Side-Bus des Hosts ermöglichen.

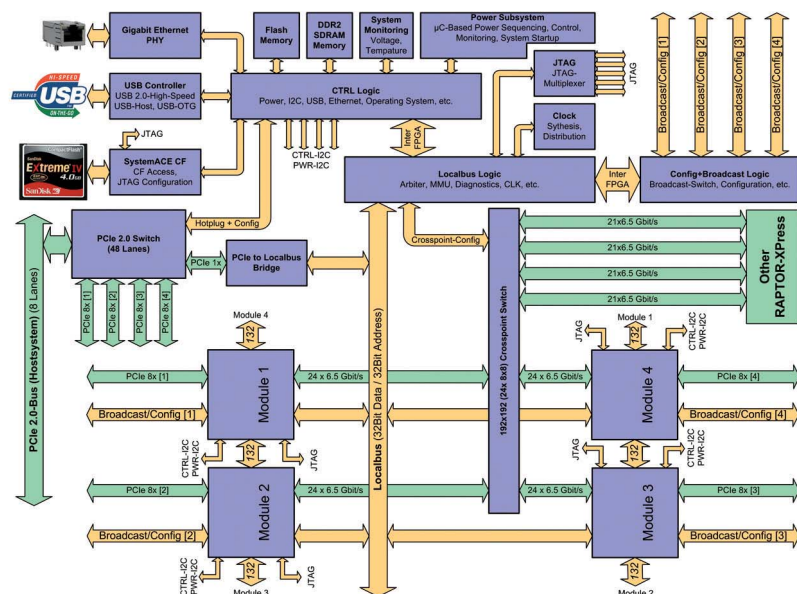
## Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft  
GZ: INST 214/48-1 FUGG

## Kontakt:

Dipl.-Ing. Jens Hagemeyer  
E-Mail: jenze@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 53

Dr.-Ing. Mario Pörmann  
E-Mail: mario@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 52  
Telefax: +49 (0) 5251/60 63 51



Übersicht über die RAPTOR-XPress Architektur

# Rekonfigurierbarer Rechencluster

## Selbstorganisierende Karten zur Analyse hochdimensionaler Daten

### Motivation

Bei unbemannten Explorationsmissionen in unserem Sonnensystem gilt das Interesse der Forscher vornehmlich der Zusammensetzung von Planetenoberflächen und deren Atmosphäre. Hier kommen photometrische Methoden zum Einsatz, die unter dem Begriff „Hyperspectral Imaging“ zusammengefasst werden. Die hyperspektralen Abbildungen unterscheiden sich von normalen Fotografien dadurch, dass das Spektrum vom nahen infraroten bis zum ultravioletten Licht erfasst wird. Für jeden einzelnen Bildpunkt ergibt sich eine Signatur aus mehreren hundert spektralen Bändern, die wiederum Rückschlüsse auf Oberflächeneigenschaften wie Vegetation, Kontamination, mineralische Zusammensetzung oder Wasservorkommen ziehen lassen.

Auf diese Weise werden große Mengen an Daten gesammelt, deren Verarbeitung äußerst zeit- und energieaufwändig ist. Insbesondere, wenn die Auswertung bereits an Bord eines Flugkörpers durchgeführt werden soll, sind daher effiziente Methoden unerlässlich.

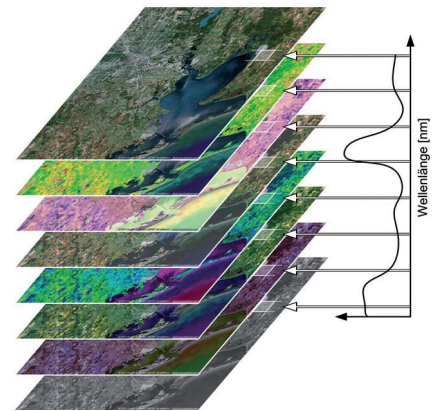
In einer Kooperation mit der Fachgruppe Schaltungstechnik nutzt Frau Professor Merényi von der RICE University Houston (Texas, USA) selbstorganisierende Karten für die Datenanalyse. Das Verfahren gruppiert selbständig Bereiche mit ähnlichen Signaturen und ermöglicht damit eine weitgehend automatisierte

Analyse der Daten sowie eine signifikante Reduktion der Datenmenge.

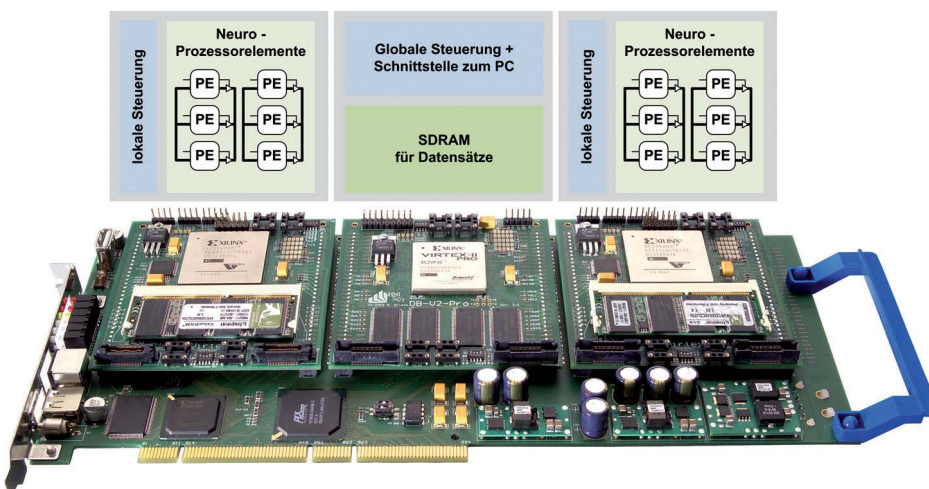
### Umsetzung

Selbstorganisierende Karten können auf heutigen Prozessoren nicht effizient berechnet werden. Daher wurden am Fachgebiet Schaltungstechnik neue, parallele Architekturen entwickelt, deren Leistungsfähigkeit und Energieeffizienz Einzelprozessor-Lösungen weit überlegen sind. Ziel ist eine Realisierung als anwendungsspezifische integrierte Schaltung, die an Bord eines Satelliten alle notwendigen Berechnungen vornehmen kann. Abhängig von den jeweiligen Anforderungen kann das System besonders energiesparend oder mit sehr hoher Leistungsfähigkeit betrieben werden.

Für die prototypische Realisierung des Systems kommt der am Fachgebiet Schaltungstechnik entwickelte rekonfigurierbare Rechencluster zum Einsatz, der 72 FPGAs über eine leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur vernetzt. Mehr als 7000 der von uns entwickelten Spezialprozessoren können auf diesem Cluster gleichzeitig an den Berechnungen arbeiten. Dieser weltweit größte Beschleuniger für selbstorganisierende Karten reduziert die Berechnungszeit für typische Datensätze aus dem Bereich des „Hyperspectral Imaging“ von Tagen auf wenige Minuten.



Luftaufnahme von Houston Texas, aufgelöst in acht spektrale Bänder



Für die Simulation selbstorganisierender Karten kommen die am Fachgebiet Schaltungstechnik entwickelten RAPTOR-Boards zum Einsatz.

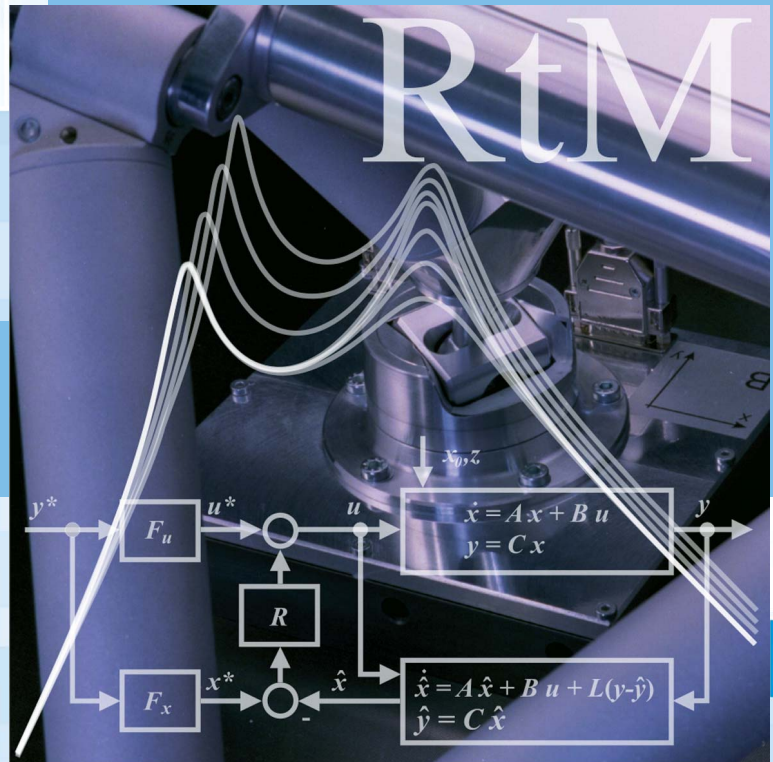
### Kontakt:

Dipl.-Ing. Christopher Pohl  
E-Mail: pohl@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 43

Dr.-Ing. Mario Porrman  
E-Mail: porrman@hni.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 63 52  
Telefax: +49 (0) 5251/60 63 51



# Regelungstechnik und Mechatronik



## Modellbasierter Entwurf und Optimierung intelligenter mechatronischer Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Der modellbasierte Entwurf ist eine wesentliche Technologie bei der Auslegung mechatronischer Systeme. Sowohl die Spezifikation von Komponenten, wie Aktoren und Sensoren, als auch die Regelungssynthese und der Systemtest beruhen auf Modellen. Die Integration von Modellierung und Simulation in den Entwicklungsprozess hat somit eine entscheidende Bedeutung bei der Entwicklung intelligenter mechatronischer Produkte.

E-Mail: [Ansgar.Traechtler@rtm.upb.de](mailto:Ansgar.Traechtler@rtm.upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251 | 60-55 80

Telefax: +49 (0) 5251 | 50-55 79

<http://www.hni.uni-paderborn.de/rtm>

### Modellbasierter Entwurf und Optimierung intelligenter mechatronischer Systeme

Der modellbasierte Entwurf mechatronischer Systeme bildet die Grundlage, um in einer frühen Entwicklungsphase künftige Produkte und ihre Eigenschaften rechnergestützt am Modell zu gestalten und zu analysieren. Unser Ziel ist, die Aussagefähigkeit der Modelle und der am Modell abgeleiteten Produkteigenschaften so zu erhöhen, dass Untersuchungen an aufwändig anzufertigenden Prototypen deutlich reduziert werden können. Auch in der Betriebsphase lassen sich Modelle sehr erfolgreich einsetzen, beispielsweise bei der Online-Diagnose oder beim Condition-based Monitoring. Schließlich sind Modelle des dynamischen Verhaltens ein unentbehrlicher Bestandteil bei der Analyse und der Synthese von Regelungen und bei deren Optimierung.

### Modellierung und Analyse des Systemverhaltens

Wir setzen konsequent auf eine physikalisch motivierte Modellierung, die den Vorteil hat, dass die Modelle transparent und erweiterbar sind und ein tiefgehendes Systemverständnis ermöglichen. Die Kunst ist dabei, eine der Aufgabenstellung angemessene Modellierungstiefe zu verwenden, insbesondere wenn die Modelle echtzeitfähig sein müssen. Häufig werden von einem System mehrere Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad benötigt oder Modelle, die unterschiedliche Aspekte beschreiben, wie z. B. das dynamische Verhalten (regelungstechnisches Modell), die Gestalt (CAD-Modell) oder ein FE-Modell für Lastuntersuchungen. Wir arbeiten an Methoden, um zwischen unterschiedlichen Modellen eine gewisse Durchgängigkeit zu erzielen, beispielsweise durch den Einsatz von Ordnungsreduktionsverfahren.

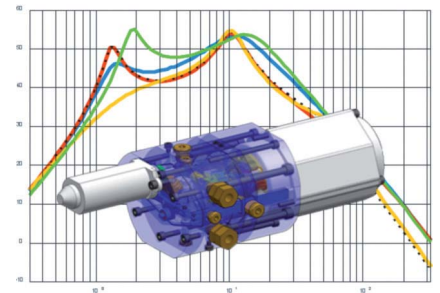
Eine wichtige Anwendung finden Modellierungstechniken bei der Auslegung mechatronischer Systeme. Durch Analysen im Zeit- und im Frequenzbereich lassen sich Aktoren und Sensoren hin-

sichtlich der erforderlichen Eigenschaften wie z. B. Bandbreite, maximale Kraft oder Leistungsaufnahme am Modell spezifizieren, woraus sich weitere Eigenschaften wie Gewicht und Bauraum ableiten lassen. Neben den einzelnen Komponenten lässt sich auch das Verhalten des Gesamtsystems einschließlich Regelung und Software-Implementierung untersuchen.

### Regelungsentwurf und Optimierung

Beim Entwurf von Regelungs- und Steuerungssystemen geht es zum Einen um die Sicherstellung eines gewünschten funktionalen Verhaltens (Regelgüte, Robustheit). Bei komplexen hierarchischen Systemen ist es aber ebenso wichtig, durch die Regelungsstruktur die Komplexität beherrschbar zu halten. Hier hat es sich bewährt, auf kaskadierte Regelungsstrukturen zu setzen. Ausgehend von dezentralen, häufig einschleifigen Reglern auf den unteren Ebenen, werden auf höheren Ebenen zunehmend mehrschleifige Regler verwendet. Die Inbetriebnahme der Regler kann dann sukzessive „von unten nach oben“ erfolgen. Wie bei der Modellierung ist es auch beim Regelungsentwurf wichtig, physikalisch interpretierbare Signalschnittstellen zu verwenden.

Optimierungstechniken stellen ein mächtiges Werkzeug beim Entwurf von Regelungen dar. Die Entwurfsanforderungen müssen hierzu als Gütemaße quantifiziert werden. Üblicherweise sind die unterschiedlichen Entwurfsanforderungen gegenläufig, so dass Mehrzieloptimierungsverfahren zum Einsatz kommen, die bestmögliche Kompromisseinstellungen liefern. Wir arbeiten hier im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 614 an selbstoptimierenden Regelungen, die in der Lage sind, sich selbsttätig auf veränderliche Ziele einzustellen. Die hierbei verwendete Methodik beruht auf der Mehrzieloptimierung, die bei selbstoptimierenden Regelungen online während des Betriebs in sogenannter „weicher Echtzeit“ abläuft.



Modellbasierte Auslegung eines Flügelzellenaktors



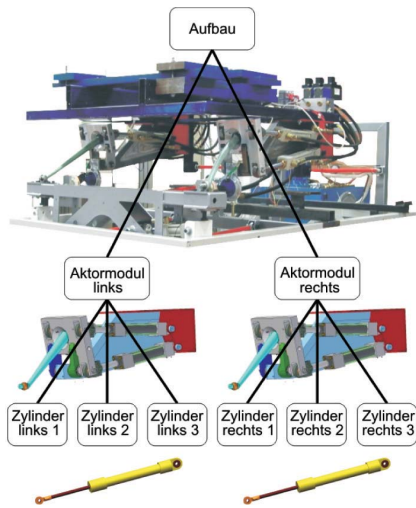
Viertelfahrzeugprüfstand für ein X-by-Wire Fahrwerk



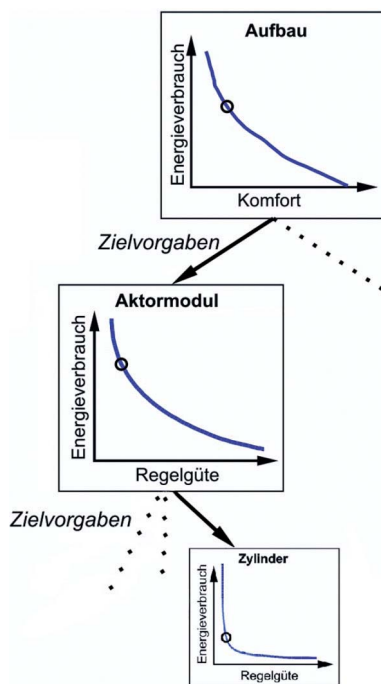
Parametrische Identifikation einer Parallelkinematik

# Selbstopptimierung in hierarchischen Systemen

## Hierarchisierungs- und Strukturierungskonzepte für intelligente mechatronische Systeme



Hierarchische Struktur des Prüfstands für die aktive Federung des RailCab



Hierarchische Optimierung

### Kontakt:

Dipl.-Ing. Eckehard Münch  
E-Mail: [muench@rtm.upb.de](mailto:muench@rtm.upb.de)  
Telefon: + 49 (0) 5251/60 55 65

Dipl.-Math. Martin Krüger  
E-Mail: [martin.krueger@rtm.upb.de](mailto:martin.krueger@rtm.upb.de)  
Telefon: + 49 (0) 5251/60 55 68  
Telefax: + 49 (0) 5251/60 55 79

<http://www.hni.uni-paderborn.de/rtm>

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 614 werden selbstoptimierende mechatronische Systeme erforscht, die über eine inhärente Teilintelligenz verfügen und dadurch in der Lage sind, sich autonom auf ständig wechselnde Anforderungen einzustellen. Die betrachteten Systeme stellen hochkomplexe maschinenbauliche Erzeugnisse dar. Innerhalb des Teilprojekts C3 werden hierarchische Strukturierungskonzepte zur Verringerung der Komplexität und darauf aufbauende Methoden entwickelt, mit denen diese Systeme ausgelegt und ihr Verhalten verbessert werden können.

Im Folgenden werden die Vorteile der Strukturierung am Beispiel der hierarchischen Optimierung veranschaulicht. Mittels dieser Techniken ist ein mechatronisches System in der Lage, sich selbstständig auf wechselnde Umwelteinflüsse einzustellen und dabei zum Beispiel gleichzeitig den Komfort und den Energieverbrauch zu optimieren.

### Hierarchische Modellierung

Das Rückgrat des Selbstoptimierungsansatzes ist ein über das System verteiltes hierarchisches Modell. Ausgangspunkt des Modells ist ein in seine Teilsysteme zerlegtes mechatronisches System. Diese Zerlegung orientiert sich nicht an einer domänenspezifischen Einordnung, sondern an so genannten Bewegungsfunktionen. Einem PKW lässt sich beispielsweise die Bewegungsfunktion „Aufbau bewegen“ zuordnen, die wiederum aus weiteren Bewegungsfunktionen wie „Rad bewegen“ zusammengesetzt ist.

Auf diese Weise ergibt sich eine hierarchische Zerlegung des mechatronischen Systems. Jedes Teilsystem wird nun separat modelliert, wobei unterlagerte Teilsysteme ebenfalls berücksichtigt werden müssen. Um die Komplexität auf höheren Ebenen der Hierarchie zu verringern, werden die unterlagerten Systeme lediglich in abstrahierter Form eingebunden. Hierzu werden die Modelle systema-

tisch um die nicht relevanten Anteile reduziert.

Insgesamt erhält man ein hierarchisches Modell, das den Vorteil besitzt, auf jeder Ebene ein möglichst einfaches Modell bereitzustellen, das jedoch alle relevanten Effekte hinreichend genau abbildet.

### Hierarchische Optimierung

Das Verhalten selbstoptimierender Systeme wird durch eine Menge von teilweise konkurrierenden Zielen bestimmt. Die Steigerung des Komforts oder die Verringerung des Energieverbrauchs sind Beispiele für solche Ziele. Selbstoptimierende Systeme sind in der Lage, autonom auf variierende Einflüsse zu reagieren, indem sie einen geeigneten Kompromiss zwischen diesen Zielen auswählen. Beispielsweise könnte ein Fahrzeug beim Befahren einer Steigung kurzzeitig auf maximalen Komfort verzichten, um den Gesamtenergieverbrauch zu reduzieren. Um zwischen verschiedenen Kompromissen wählen zu können, werden die zugehörigen Systemkonfigurationen mit Hilfe einer dezentralen, hierarchischen Optimierung ermittelt.

Prinzipiell verfügt jedes Teilsystem des mechatronischen Gesamtsystems über eigene Ziele, für die jeweils eigene Kompromisse berechnet werden. Dabei werden für jedes Teilsystem separat Konfigurationen ermittelt, die das gewünschte Verhalten optimal umsetzen. Die Beeinflussung der Teilsysteme untereinander wird dabei durch den Austausch abstrakter Zielvorgaben berücksichtigt.

Aufgrund der abstrahierten, kompakten Modellbeschreibung und des dezentralen, hierarchischen Optimierungsansatzes können auch große Systeme effizient behandelt werden. So konnte etwa für den Prüfstand der aktiven Federung des RailCab eine selbstständige Anpassung des Systemverhaltens auf variierende Schienenanregungen simuliert werden.



# Aktive Spurführung

## Innovative Konzepte für selbstlenkende Schienenfahrzeuge

### Klassische passive Spurführung

Konventionelle Bahnfahrzeuge werden durch einen passiven Mechanismus im Gleis geführt. Die konischen Laufflächen der Räder und sogenannte Starrachsen, auf denen die beiden Räder fest miteinander verbunden sind, führen zu einer Pendelbewegung der Achse im Gleis, dem sogenannten Sinuslauf, wodurch sich die Achse selbst zentriert. Bis zu einer kritischen Geschwindigkeit ist diese Bewegung stabil; bei Überschreiten dieser Grenze ist sie nur noch durch das Spurspiel begrenzt. Dann kommt es zu Spurkranzanläufen, die eine weitere Verschiebung unterbinden. Spurkranzanläufe treten aber auch beim normalen Betrieb mit niedrigeren Geschwindigkeiten auf, z. B. aufgrund von Gleislagefehlern oder in engen Kurven. Neben dem erhöhten Verschleiß bei Spurkranzanläufen verursachen diese auch unnötige Queranregungen auf das Fahrzeug.

### Aufbau des RailCab-Fahrwerks

Die Spurführung der RailCabs verwendet ein Einzelachs-fahrwerk mit lenkbaren Achsen und Losrädern. Da die Räder sich unabhängig voneinander drehen, ergibt sich kein Sinuslauf der Achse. Eine passive Selbstzentrierung findet also nicht statt, und die Achsen müssen aktiv gelenkt werden, um Spurkranzanläufe zu vermeiden. Der Lenkwinkel der Achsen wird individuell über zwei hydraulische Zylinder eingestellt. Dies hat den Vorteil, dass die Querdynamik nicht mehr von der passiven Mechanik vorgegeben wird. Sie kann durch die Lenkregelung frei bestimmt werden, so dass das Fahrzeug sicher und komfortabel im Gleis geführt wird.

### Aktive Spurführung

Die Aufgabe der aktiven Spurführung besteht darin, die Querverschiebung des Fahrzeugs im Gleis zu regeln. Wie auch bei konventionellen Schienenfahrzeugen haben die Räder der RailCabs Spurkränze, damit die Fahrzeuge nicht entgleisen. Es

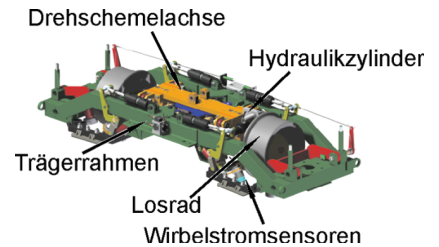
besteht jedoch ein gewisser Freiraum, innerhalb dessen sich das Fahrzeug in Querrichtung frei bewegen kann (Spurspiel). Mit Hilfe von lenkbaren Achsen kann man die Querdynamik des Fahrzeugs innerhalb dieses Spurspiels aktiv beeinflussen, um den Verschleiß durch Spurkranzanläufe und Querschleif zu minimieren. Wenn der Schienenverlauf bekannt ist, ergibt sich für die Fahrzeuge außerdem die Möglichkeit, die Lenkung vorzusteuern und damit eine optimale Spurführung zu gewährleisten, die sowohl den Komfort verbessert und den Verschleiß senkt als auch den Energieverbrauch minimiert.

### Passive Weichen

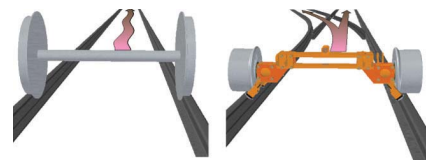
Eine aktive Spurführung ist die Voraussetzung dafür, dass einzelne Fahrzeuge an Weichen aus einem Konvoiverband ausseren können. Weiterhin bedarf es dazu spezieller, sogenannter passiver Weichen, bei denen beide Fahrtrichtungen dauerhaft offen stehen und nicht wechselweise durch die Weichenzungen gesperrt sind. Bei der Durchfahrt einer solchen Weiche wird das Fahrwerk auf die Seite derjenigen durchgängigen Schiene gelenkt, der das Fahrzeug folgen will. Dadurch wird das auf der anderen Seite liegende Rad soweit zur Gleismitte gezogen, dass es mit der Lauffläche auf das Zungenende auffahren kann.

### Fahrwerke mit variablem Sturz

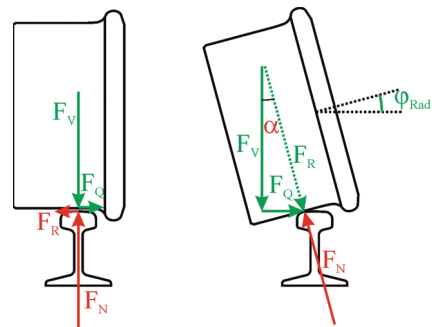
Ein Problem bei der aktiven Spurführung ist die Abhängigkeit von den ungewissen Reibkräften zwischen Rad und Schiene. Hier kann eine aktive Sturzverstellung Abhilfe schaffen. Dabei wird der Sturz der Räder so eingestellt, dass alle Kräfte stets normal in die Schiene, also formschlüssig, eingeleitet werden. Reibkräfte können auf diese Art vermieden werden. Momentan wird auf der Strecke der Neuen Bahntechnik Paderborn ein neuer einachsiger Versuchsträger mit individuell stütz- und lenkbaren Rädern in Betrieb genommen und getestet.



RailCab Achs-Modul ohne Linearmotor



Sinuslauf einer konventionellen Starrachse und Weichenfahrt mit aktiver Spurführung



Sturzvariables Fahrwerk

### Kontakt:

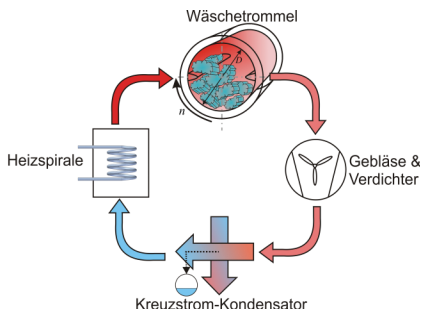
M.Sc. Jens Geisler  
E-Mail: [Jens.Geisler@rtm.upb.de](mailto:Jens.Geisler@rtm.upb.de)  
Telefon: +49 5251 60-54 87

Dipl.-Ing. Mikhail Borzykh  
E-Mail: [Mikhail.Borzykh@rtm.upb.de](mailto:Mikhail.Borzykh@rtm.upb.de)  
Telefon: +49 5251 60-54 86  
Fax: +49 5251 50-55 79

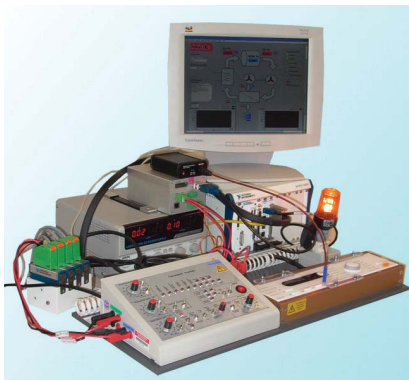
<http://hni.uni-paderborn.de/rtm>

# Modellbasierter Steuergerätetest für Haushaltsgeräte

Erhöhung der Testabdeckung von Steuergeräten durch modellbasierte Testautomatisierung



Schematische Darstellung eines Kondens-Wäschetrockners



Trockner-Hardware-in-the-Loop-Prüfstand

Um die zunehmende Komplexität von Steuerungssystemen beherrschbar zu machen, werden in der Automobilindustrie modellbasierte Testverfahren eingesetzt. Diese werden primär genutzt, um logisch-funktionale Fehler in der Steuergeräte-Software zu identifizieren; darüber hinaus ermöglichen sie ein automatisiertes Testen der einzelnen Funktionskomponenten. Im Rahmen eines Industrieprojektes mit der Firma Miele & Cie. KG wurde am Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik ein Hardware-in-the-Loop (HiL)-Prüfstand für einen Wäschetrockner entwickelt, mit dem modellbasiert Trocknersteuergeräte getestet werden sollen.

## Echtzeitfähiges thermodynamisches Modell des Wäschetrockners

Als Grundlage für einen HiL-Prüfstand hat das RtM ein detailliertes Modell des Wäschetrockners entworfen. Das erste Bild zeigt eine schematische Darstellung des modellierten Kondens-Wäschetrockners. Der Trockner arbeitet mit einem geschlossenen Prozess, bei dem die Prozessluft im System verbleibt und nur die Feuchtigkeit abgeführt wird. Die von der Wäschetrommel kommende, mit Wasserdampf gesättigte Luft wird in einem Kreuzstromwärmeüberträger/Kondensator abgekühlt. Die Prozessluft wird mit der Umgebungsluft abgekühlt, so dass ein Teil des Dampfes auskondensiert. Das entstehende Kondensat wird aus dem System abgeführt, die Luft erneut im Heizregister erwärmt und in die Wäschetrommel zurückgeführt.

Diesen thermodynamischen Kreisprozess gilt es zu modellieren. Dafür wird der Prozess in vier Komponenten unterteilt. Zwischen diesen Komponenten fungieren die Temperatur und die relative Feuchte als Schnittstellen. In jeder Komponente wird, abhängig vom Eingang mittels thermodynamischer Gesetze, der Ausgang neu berechnet, so dass wir ein echtzeitfähiges Simulations-Modell eines geschlossenen Trocknungsprozesses erhalten. Anhand einer abschließenden Validierung kann die Modellgüte ermittelt werden. Hierbei wird das Modell mit den am Prüfstand aufgenommenen Messreihen vergli-

chen. Die Abweichung stellt ein Gütemaß für die Beurteilung des Modells dar.

## Testautomatisierung und Testauswertung

Die Testautomatisierung ist eine Erweiterung der Architektur für die Ausführung von Testserien. Dabei versorgt die Testautomatisierung die Ablaufsteuerung für jeden Test mit den notwendigen Daten wie Startparameter oder zu simulierende Fehler und verwaltet die Testergebnisse. Ein besonders wichtiger Punkt dieser Testautomatisierung ist die automatische Bewertung der Ergebnisse. Jede HiL-Simulation erzeugt eine große Menge an Daten, die automatisch ausgewertet werden sollen. In weiteren Arbeiten sollen dazu Fehlergruppen erstellt und Kriterien entwickelt werden, die eine automatische und sichere Bewertung der Ergebnisse ermöglichen.

## Ablaufsteuerung und Fehlerinjektion

Einen weiteren Punkt neben dem Modell bildet die Entwicklung einer Architektur für eine Testablaufsteuerung. Der Echtzeitteil besteht dabei aus einem Ausführungsrahmen, dem Trocknermodell und einem Fehlerautomaten. Durch die Injektion von Fehlern in das Modell können auch Randbereiche oder Störungen simuliert werden. So kann z. B. überprüft werden, ob auch bei einem Sensorausfall das Steuergerät einen sicheren Betrieb gewährleistet.

### Kontakt:

Dipl.-Inf. Dirk Koert

E-Mail: Dirk.Koert@rtm.upb.de

Telefon: +49 (0) 5251/60 56 14

Dipl.-Ing. Alexander Löffler

E-Mail: Alexander.Loeffler@rtm.upb.de

Telefon: +49 (0) 5251/60 56 10

M.Eng. Tarek H. M. Zeineldin

E-Mail: Tarek.Zeineldin@rtm.upb.de

Telefon: +49 (0) 5251/60 56 11

Telefax: +49 (0) 5251/60 55 79

<http://rtm.uni-paderborn.de/rtm>

## Mechatronisches X-by-Wire-Fahrzeug

Vollaktives Versuchsfahrzeug für den Einsatz in Forschung und Lehre

Seit der Erfindung des Automobils blieb, trotz vielfältiger technischer Weiterentwicklungen, das Grundkonzept eines vier-rädrigen Fahrzeugs mit zentralem Antriebsmotor, mechanischen Kopplungen, Vorderradlenkung und den klassischen Bedienelementen (Lenkrad und Pedalerie) weitgehend unverändert. Die Potenziale mechatronischer Systeme werden so nur unzureichend genutzt.

Am Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik wird zurzeit ein vollaktives mechatronisches Versuchsfahrzeug entwickelt und aufgebaut, das einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt und so den Herausforderungen zukünftiger Fahrzeugentwicklungen gerecht wird. Es handelt sich um ein X-by-Wire-Fahrzeug, das mittels eines Joysticks gesteuert wird und vollständig elektrisch aktuiert ist. Die benötigte Energie wird durch einen Lithium-Ionen-Akku zur Verfügung gestellt. Dieser besitzt eine Kapazität von 60 Ah. Damit kann das Fahrzeug ca. 40-45 Minuten ohne Akkuwechsel oder -aufladung fahren. Für den Forschungsbetrieb ist dies ausreichend. Es hat ein Leergewicht von etwa 280 kg und kann eine Person (den Fahrer) befördern. Die maximale Geschwindigkeit beträgt etwa 60 km/h.

Das Fahrzeug ist modular aufgebaut und verfügt über vier baugleiche Radmodule. In jedem dieser Radmodule stehen drei Elektromotoren zur gezielten Beeinflussung der Längs-, Quer- und Vertikaldynamik zur Verfügung; sie ermöglichen:

- eine Einzelradlenkung,
- einen Einzelradantrieb (Direktantrieb mit Radnabenmotoren),
- eine aktive Federung,

Dies ermöglicht vollkommen neue Lenk- und Bremsstrategien durch die Vernetzung von Einzelradantrieb und Allradlenkung, z. B. eine variable Gestaltung der Steuertendenz durch die Allradlenkung. Die Bremswirkung wird durch ein negati-

ves Moment der Antriebsmotoren (die Motoren werden als Generatoren geschaltet und gewinnen so Energie zurück), durch ein gegensinniges Einschlagen der Räder nach innen oder eine Kombination aus Beidem erreicht. Nur für Notfallsituationen verfügt das Fahrzeug zusätzlich über eine mechanische Bremsanordnung.

Die Verwendung von Elektromotoren hat folgende Vorteile:

- Sie sind gut modellierbar und damit auch gut regelbar,
- sie können zum Rekuperieren der Energie im Bremsfall genutzt werden,
- sie haben einen guten Wirkungsgrad,
- sie lassen sich über die Informationsverarbeitung gut vernetzen und ermöglichen die Realisierung einer deutlich verbesserten Fahrdynamik.

Eingriffe können daher sehr gezielt vorgenommen werden. Somit können der Fahrkomfort und die Fahrsicherheit mit Hilfe neuer Fahrdynamikregelungen wesentlich gesteigert werden. Das Fahrzeug dient der Entwicklung und Erprobung dieser neuen Fahrdynamikregelungen. Dabei können verschiedene Regelstrategien erprobt werden. Es wird ein ganzheitlicher Ansatz zu Entwurf, Integration und Test der Fahrdynamikregelungen verfolgt.

Des Weiteren erlaubt die Struktur des Fahrzeugs die Untersuchung von Vernetzungs- und Koordinationsstrategien in einem weit über konventionelle Fahrzeuge hinausgehenden Maße. Die Potenziale des Einsatzes und der Integration mechatronischer Komponenten im Fahrwerk können so in idealer Weise aufgezeigt und erschlossen werden.

Besonders aber dient das Fahrzeug im Rahmen des SFB 614 auch als Demonstrator für die Potenziale und Methoden der Selbstoptimierung.



CAD-Modell des Versuchsfahrzeugs



Radmodul

### Kontakt:

Dipl.-Ing. Vitalij Nachtigal  
E-Mail: Vitalij.Nachtigal@rtm.upb.de  
Telefon: +49 (0) 0525160 55 55  
Telefax: 0525160 55 79

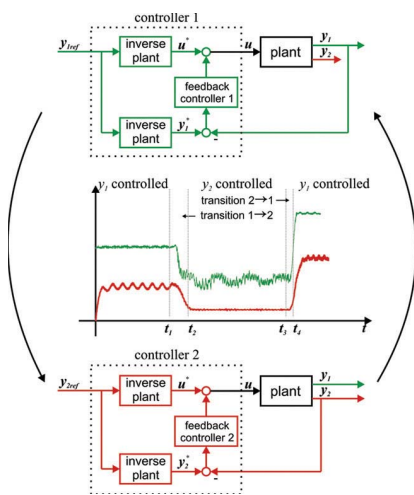
Dipl.-Ing. Peter Reinold  
E-Mail: Peter.Reinold@rtm.upb.de  
Telefon: +49 (0) 0525160 55 54  
Telefax: +49 (0) 0525160 55 79

<http://hni.uni-paderborn.de/rtm>



# Selbstoptimierende Regelungen

## Methoden zum Regelungsentwurf und ihre praktische Anwendung



Flachheitsbasierte Umschaltungsstrategie zwischen zwei Reglern



[www.kreuzungsmanagement.de](http://www.kreuzungsmanagement.de)

### Selbstoptimierung mit modell-prädiktiver Mehrzieloptimierung

Unter Selbstoptimierung eines technischen Systems werden die selbstständige Anpassung der Ziele des Systems auf veränderte Umweltbedingungen und die entsprechende autonome Anpassung des Systemverhaltens verstanden. Dazu muss die klassische Regelung eines Systems in drei Punkten erweitert werden: Zunächst müssen entscheidungsrelevante Einflüsse erfasst und analysiert werden. Daraufhin muss eine entsprechende Zielanpassung bestimmt werden, die dann durch eine geeignete Anpassung des eigentlichen Reglers umgesetzt wird. Die Selbstoptimierung definiert somit ein generisches Vorgehen, das auf viele verschiedene Weisen umgesetzt werden kann. Eine besonders elegante Möglichkeit, den zweiten und den dritten Schritt der Selbstoptimierung integriert umzusetzen, bietet die modellprädiktive Regelung (MPC) mit mehreren Zielfunktionen. Dabei wird das Systemverhalten im Voraus simuliert, um diejenigen Stelleingriffe zu bestimmen, welche die Zielfunktionen optimieren. Dabei muss häufig ein Kompromiss zwischen den einzelnen Zielen gefunden werden; dieser kann jedoch als mathematische Funktion beschrieben und automatisch berechnet werden.

### Selbstoptimierende Regelungen: Flachheitsbasierte Strategien für die Reglerumschaltung

Häufig ist mit der Anpassung des Verhaltens selbstoptimierender Systeme auch ein Wechsel der Regelstrategien verbunden, der in einer Änderung des Sollwerts bzw. Sollverlaufs, der Reglerparameter, der Reglerstruktur oder einem Wechsel der zu regelnden Größe bestehen kann. Ein Beispiel ist der Abstandsregeltempomat von Kraftfahrzeugen, wo in Abhängigkeit von der Verkehrssituation zwischen Abstands- und Geschwindigkeitsregelung umgeschaltet wird. Das Gesamtsystem soll dabei während des Umschaltvorgangs ein definiertes Verhalten aufweisen und unterschiedliche Anforderungen erfüllen.

Um dies zu erreichen, wurde eine neue, sehr allgemein anwendbare Strategie für das Umschalten von Regelungen entwickelt, die sich auf zwei etablierte Regelungskonzepte stützt: den flachheitsbasierten Entwurf und die Zwei-Freiheitsgrade-Struktur. Mittels dieser Umschaltstrategie lassen sich die Anforderungen nach Sprung- und Ruckfreiheit und die Vorgabe einer definierten Umschaltdauer direkt erfüllen; das Überschwingverhalten kann indirekt berücksichtigt werden.

### Dynamische Programmierung zur optimalen Trajektorienplanung beim autonomen Kreuzungsmanagement

Als eine weitere Anwendung des Entwurfs selbstoptimierender Regelungen wird die Trajektorienplanung beim Kreuzungsmanagement mittels der Dynamischen Programmierung untersucht. Bei der Dynamischen Programmierung handelt es sich um ein Optimierungsverfahren aus dem Bereich der diskreten Mathematik. Das Verfahren wurde von dem Mathematiker Richard Bellman entwickelt und ist eine sehr allgemeine Methodik, die nicht nur auf technische Probleme beschränkt ist, sondern auch auf ökonomische oder andere Aufgabenstellungen angewendet werden kann.

Zwei wichtige Eigenschaften der Dynamischen Programmierung bestehen darin, dass zum Einen die maximale Laufzeit vorab abgeschätzt werden kann und dass zum Anderen das globale Optimum, sofern es existiert, gefunden wird. Damit ist die Dynamische Programmierung grundsätzlich sehr gut geeignet für die Lösung von Optimierungsaufgaben in Echtzeitanwendungen. Allerdings wird bei bestimmten Aufgabenstellungen, wie z. B. der Optimierung dynamischer Systeme höherer Ordnung, der Rechenaufwand rasch so hoch, dass die Dynamische Programmierung nicht mehr praktikabel ist. Am Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik (RtM) wird die Dynamische Programmierung im dezentralen autonomen Kreuzungsmanagement für Kraftfahrzeuge eingesetzt.

#### Kontakt:

M.Sc. Jens Geisler  
E-Mail: [Jens.Geisler@rtm.upb.de](mailto:Jens.Geisler@rtm.upb.de)  
Telefon: +49 525160 54 87

Dipl.-Ing. Semir Osmic  
E-Mail: [semir.osmic@rtm.upb.de](mailto:semir.osmic@rtm.upb.de)  
Telefon: +49 525160 55 77

Dipl.-Wirt.-Ing. Torsten Bruns  
E-Mail: [Torsten.Bruns@rtm.upb.de](mailto:Torsten.Bruns@rtm.upb.de)  
Telefon: +49 525160 55 70  
Telefax: +49 525150 55 79

<http://hni.uni-paderborn.de/rtm>

# Geldnotentransport in Bankautomaten

## Modellierung, Simulation und adaptive Regelung der Geldnoten-Vereinzelung

Eine elementare Funktion von Geldautomaten ist das Abziehen und Vereinzeln einzelner Geldnoten aus einem Notenstapel. Die Geldnoten müssen auch unter schwierigen Bedingungen, wie sie z. B. bei gebrauchten und verunreinigten Scheinen auftreten, zuverlässig vereinzel werden können. Bislang geschieht der Abzugs- und Vereinzelungsprozess der Geldnoten rein gesteuert, so dass sich Änderungen der Walzen oder Stellungen der Geldnoteneigenschaften ungemindert auswirken. Das führt insbesondere bei verunreinigten Geldnoten und bei Polymernoten in Verbindung mit feuchtem Klima zu Häufungen von Fehlabzügen. Auf der anderen Seite werden bei relativ neuen und unproblematischen Geldnoten, die den größten Anteil ausmachen, durch die Walzen beträchtlich höhere Reibungskräfte eingebracht, als für eine fehlerfreie Vereinzelung benötigt wird, was mit unnötigem Verschleiß der Walzen und der Geldnoten bezahlt wird.

### Modellierung

Um bei dem hohen evolutionären Entwicklungsgrad und der komplexen Funktion des Vereinzelungsmoduls effizient weiterentwickeln zu können, wird die Vorgehensweise aus der Mechatronikentwicklung – bestehend aus Modellbildung, der ganzheitlichen Betrachtung des Systems und dem Einsatz von Regelungstechnik – konsequent auf den Vereinzelungsprozess in Geldautomaten angewendet. Dabei wurde zunächst der gesamte Vereinzelungsprozess (s. Bild oben) in unterschiedlichen Modellierungstiefen modelliert: angefangen vom 3D-FE-Modell zur Untersuchung der statischen Papierverformung über ein 2D-MKS-Modell des Gesamtsystems zur Untersuchung einzelner Vereinzelungsvorgänge bis hin zu einem stark vereinfachten Simulink-Ersatzmodell des Gesamtsystems zur Untersuchung von übergeordneten Regelstrategien für den Vereinzelungsvorgang.

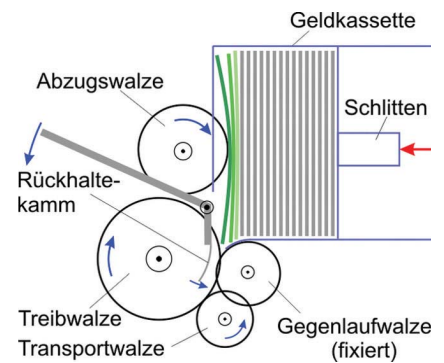
### Konstruktive Erweiterungen des Abzugsmoduls

Gemäß auf den Erkenntnissen aus der Simulation werden am Vereinzelungsmechanismus durch den Einsatz eines geregelten Abzugswalzenantriebs ein bis dahin notwendiger Rückhaltekehl überflüssig sowie die Verschleißbeanspruchung der Abzugswalze und der Geldscheine deutlich reduziert. In einem zweiten Schritt wurde das Serien-Vereinzelungsmodul des Geldausgabeautomaten der Fa. Wincor-Nixdorf durch eine Verstellereinheit erweitert, die es ermöglicht, den Achsabstand der an der Vereinzelung beteiligten Walzen geregelt zu verstellen, um die Reibungskräfte zwischen Walzen und Geldscheinen während des Vereinzelungsvorgangs zu beeinflussen (s. Bild unten).

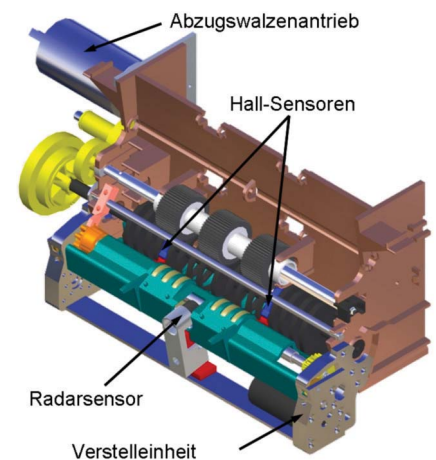
### Adaption an vorliegende Geldnoten

Durch die Interaktion der Regler des Abzugswalzenantriebs und der Verstellereinheit soll ermöglicht werden, die Haftkräfte zwischen den zu vereinzelnden Scheinen zu schätzen, ohne dass Fehlabzüge geschehen. Die geschätzten Werte geben dann Aufschluss über die Sicherheitsreserve vor einem ungewollten Doppelabzug.

Aktuell wird an einer Regelstrategie gearbeitet, welche die Schätzwerte der Reibungen zwischen den Geldnoten verwendet, um die Normalkräfte und die daraus resultierenden Reibungskräfte während des Vereinzelungsvorgangs an verschiedene Geldnoteneigenschaften iterativ anzupassen, mit dem Ziel, sowohl die Geldnotenbeanspruchung als auch die Fehlerhäufigkeit zu minimieren. Die iterative Adaption des Walzen-Achsabstands passt das Vereinzelungsmodul unter Verwendung einfacher Sensorik (s. Bild unten) an die Dicke, die Steifigkeit und die Reibkraftverhältnisse der eingesetzten Geldnoten an.



Funktionsprinzip des Geldnoten-Vereinzelungsmoduls



Konstruktive Erweiterung des Vereinzelungsmoduls für einen geregelten Vereinzelungsvorgang

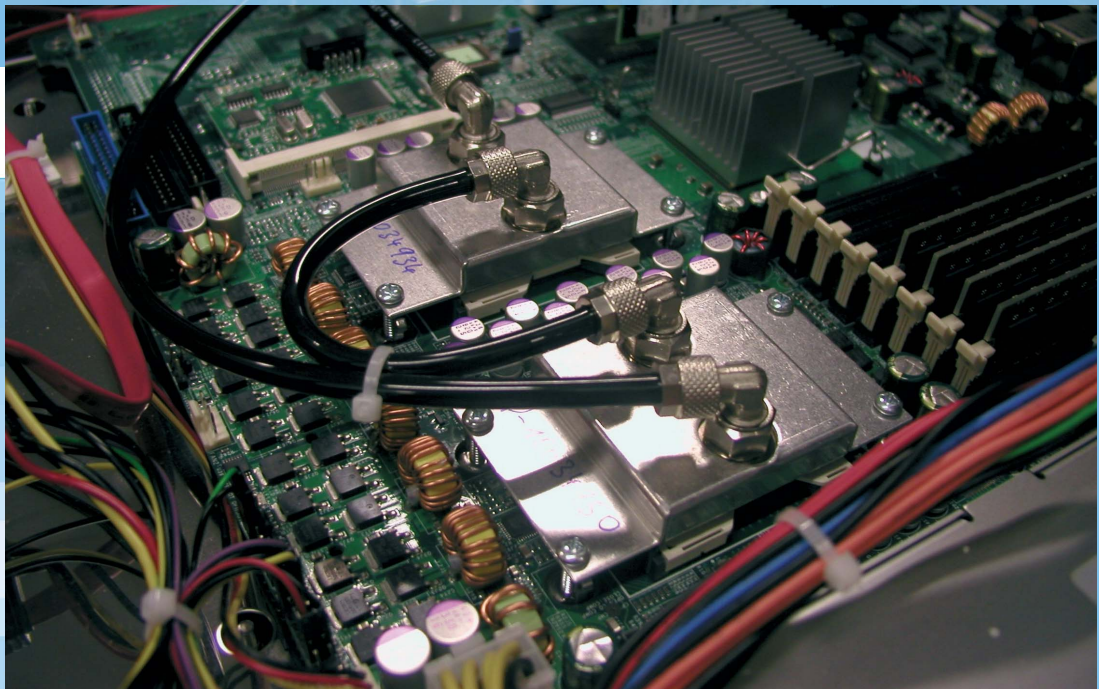
**Projektpartner:**  
Wincor Nixdorf AG  
Banking Division  
Dr. Martin Landwehr

**Kontakt:**  
Dipl.-Ing. Viktor Just  
E-Mail: Viktor.Just@rtm.upb.de  
Telefon: +49 (0) 5251/60 56 13  
Telefax: +49 (0) 5251/60 55 79

Dipl.-Ing. Hüseyin Cinkaya  
E-Mail: Hueseyin.Cinkaya@rtm.upb.de  
Telefon: +49 5251/60 56 12  
Telefax: +49 5251/50 55 79

# Paralleles Rechnen

## Paralleles Rechnen



Eine Besonderheit des Supercomputers des „Paderborn Center for Parallel Computing (PC<sup>2</sup>)“: Die CPU-Kühlung erfolgt durch direkt auf den Prozessoren angebrachte Wasserkühler.

## Neue Dimensionen durch effiziente Nutzung paralleler und verteilter Systeme

Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien

Paralleles und verteiltes Rechnen ist die Schlüsseltechnologie für die Lösung großer, rechenintensiver Problemstellungen in Wissenschaft und Technik. Es gilt, die Leistungsfähigkeit dieser Technologie weiter zu verbessern, das volle Leistungspotential für Anwendungen zu erschließen und neue Dimensionen der Realisierung zu eröffnen.

E-Mail: [bm@upb.de](mailto:bm@upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251 | 60-67 07

Telefax: +49 (0) 5251 | 60-66 97

<http://www.hni.uni-paderborn.de/cs/ag-monien>

 acatech

MITGLIED VON

DEUTSCHE AKADEMIE DER  
TECHNIKWISSENSCHAFTEN



Die Bereitstellung großer Rechenleistung ist eine entscheidende Voraussetzung für die Realisierung komplexer Systeme und Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Höchstleistungsrechner werden dabei heute vorwiegend als Parallelrechner realisiert. Bei diesen Systemen wird eine komplexe Aufgabe nicht von einem Computer allein übernommen, sondern von vielen gleichzeitig bearbeitet. Sie teilen sich die Arbeit, vergleichbar mit einer Fertigungsstraße oder einer großen Firma mit ihren verschiedenen Geschäftsbereichen. Die parallele Rechenleistung kann sowohl durch einen einzigen Rechner, der aus mehreren Prozessoren besteht, als auch durch mehrere Rechner, die auf verschiedene Standorte verteilt sind und miteinander kommunizieren, erbracht werden.

Die Bereitstellung leistungsfähiger paralleler und verteilter Rechnerarchitekturen, die Entwicklung effizienter Verfahren zur Realisierung von Anwendungen auf diesen Systemen sowie die prototypische Realisierung dieser Anwendungen sind die wesentlichen Arbeitsgebiete des Fachgebietes „Paralleles Rechnen“.

Ein wichtiger Anwendungsbereich ist zum Beispiel die Computersimulation durch Parallelrechner. Teure und zeitintensive Versuchsreihen oder gefährliche Experimente können hier mehr und mehr durch Computersimulationen ersetzt werden. In Verbindung mit der Computersimulation sowie für eine Vielzahl weiterer Anwendungen ist die Visualisierung 3-dimensionaler Objekte in „Echtzeit“ von hoher Relevanz. Die dazu notwendige Rechenleistung kann nur mit skalierbaren Parallelrechnern erbracht werden. Diese hohe Rechenleistung wird auch bei der

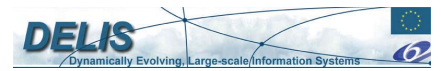
Lösung von Entscheidungsproblemen sowie bei vielfältigen Planungsproblemen, wie z. B. bei der Verkehrssteuerung, benötigt, wodurch wertvolle Ressourcen geschont bzw. Systeme effizienter genutzt werden können. Die entwickelten Methoden erproben wir u.a. im Bereich der parallelen Spielbaumsuche. Weitere Anwendungen des parallelen und verteilten Rechnens finden sich auch im Bereich vernetzter Multimediasysteme, wo Speicher- und Rechenleistungen „on demand“ zur Verfügung gestellt werden.

Vor diesem Hintergrund bearbeiten wir die Forschungsschwerpunkte:

- Theoretische Grundlagen des Parallelen Rechnens
- Architektur und Betrieb paralleler und verteilter Rechensysteme
- Einsatz des Parallelen Rechnens zur Lösung komplexer Probleme in Wissenschaft und Technik

Die Arbeitsgruppe ist an zahlreichen national und international geförderten Projekten beteiligt, in denen die Forschungsergebnisse zur Lösung praktischer Probleme der Industriepartner angewandt werden. Durch die enge Kooperation mit den Industriepartnern ergeben sich umgekehrt immer wieder neue Impulse und Fragestellungen für unsere eigenen Forschungsaktivitäten.

Mit unseren Lehrveranstaltungen verfolgen wir das Ziel, den Studierenden fundiertes, forschungsnahes Wissen über das Parallele Rechnen, umfassende Fertigkeiten im praktischen Einsatz sowie Erfahrungen in realen Projekten zu vermitteln.



Das EU-Projekt „DELIS - Dynamically Evolving Large-scale Information Systems“ endete im Februar 2008 mit einem kombinierten Workshop und Review in Barcelona.



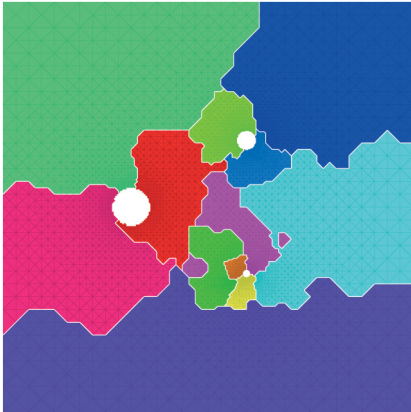
Das EU-Projekt „AEOLUS – Algorithmic Principles for Building Efficient Overlay Computers“ ist ein weiteres Kooperations-Forschungsprojekt der Fachgruppe mit insgesamt 23 europäischen Partnern.



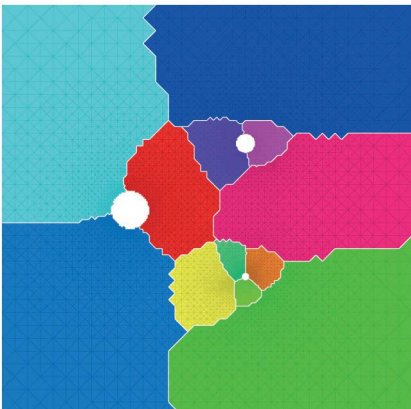
Burkhard Monien wurde zum 23.03.2008 offiziell emeritiert.

# Formoptimierende Graphpartitionierung

## Lastbalancierung in parallelen adaptiven numerischen Simulationen



Aufteilung eines adaptiv verfeinerten Simulationsgebietes gemäß der klassischen Methode.



Aufteilung eines adaptiv verfeinerten Simulationsgebietes gemäß unseres neuen Verfahrens. Die Partitionen sind nun zusammenhängend und formoptimiert (d.h. sie sind nahezu „rund“).

Rechnergestützte numerische Simulationen sind oft ein wichtiger Bestandteil im Entwicklungsprozess komplexer technischer Produkte. Solche Simulationen erfordern die Diskretisierung der zugrunde liegenden mathematischen Problembeschreibung. Die etablierte „Finite Element Methode“ zerlegt dazu das Simulationsgebiet in einfache geometrische Elemente, z.B. Tetraeder, an deren Eckpunkten die Lösung der partiellen Differentialgleichung numerisch angenähert wird. Je feiner diese Diskretisierung gewählt wird, desto besser ist die Qualität der Näherungslösung, allerdings führen mehr Elemente auch zu einem höheren Rechenaufwand. Da aktuelle Simulationen viele Millionen Elemente umfassen, ist eine schnelle Bearbeitung nur auf einem Parallelrechner möglich.

Die effiziente Nutzung eines parallelen Systems erfordert eine gleichmäßige Aufteilung der Rechenlast auf die Prozessoren. Der dadurch zusätzlich notwendige Datenaustausch zwischen den Prozessoren muss auf Grund der relativ hohen Kommunikationskosten möglichst gering gehalten werden.

Da die Berechnung der Näherungslösung an einem Eckpunkt die Daten aller benachbarten Punkte benötigt, muss bei der Aufteilung darauf geachtet werden, dass benachbarte Elemente möglichst auf demselben Prozessor platziert werden. Außerdem kann sich im Verlauf einer Berechnung herausstellen, dass die Diskretisierung in Teilen des Simulationsgebietes nicht fein genug ist. Um eine genauere Lösung zu erhalten, muss dann die Zahl der Elemente in diesem Gebiet erhöht werden. Dieser Adaptionschritt führt oft-

mals zu einem Ungleichgewicht der Rechenlasten und macht daher deren erneute Balancierung gemäß der genannten Kriterien notwendig. Außerdem sollten dabei so wenig wie möglich Elemente auf andere Prozessoren migriert werden, da diese Operation vergleichsweise teuer ist.

Die Beziehungen zwischen den Elementen lassen sich als Graph modellieren, indem die Berechnungen als Knoten und die Datenabhängigkeiten als Kanten dargestellt werden. Eine gängige Methode, die Rechenlasten auf die Prozessoren zu verteilen, besteht nun darin, die Knoten des Graphen in gleich große Mengen (Partitionen) derart aufzuteilen, dass sich möglichst wenige Kanten zwischen Knoten verschiedener Partitionen befinden. Dieses entspricht dem klassischen Graphpartitionierungsproblem.

Allerdings kann die tatsächliche Kommunikation viel genauer durch die Anzahl der Knoten an den Partitionsrändern dargestellt werden. Daher haben wir ein neues Verfahren entwickelt, welches gute, in Abhängigkeit vom Simulationsgebiet möglichst runde, Partitionsformen berechnet. Hierdurch erzielen wir zusammenhängende Partitionen mit einer geringen Randknotenzahl. Da sich unser Verfahren im Unterschied zu vielen anderen sehr gut für die schrittweise Verbesserung einer gegebenen Partitionierung eignet, balanciert es gleichzeitig mit wenig Migration. Anhand der Abbildungen können die traditionelle Methode und unser neuer Ansatz verglichen werden, welcher viel kompaktere, zusammenhängende Partitionen mit kürzeren, glatteren Rändern berechnet.



Ein weiteres Beispiel für ein formoptimiertes Partitionierungsergebnis des neuen Verfahrens. Das Bild zeigt das aufgeteilte Simulationsgebiet eines 3-dimensionalen DFG Benchmark-Problems („Umströmung eines Zylinders in einem Kanal“). Zur besseren Darstellung wurden die Partitionen extrudiert. Auch hier erkennt man wiederum die oberflächenoptimierten Gebiete, die das neue Verfahren liefert.

### Gefördert durch:

DFG-Schwerpunktprogramm 1307  
„Algorithm Engineering“  
PaSCo - Graduiertenkolleg

### Kontakt:

Dr. rer. nat. Ulf-Peter Schroeder  
E-Mail: [ups@upb.de](mailto:ups@upb.de)  
Telefon: +49 (0) 52 51160 67 26

<http://www.uni-paderborn.de/cs/ups/>

## Algorithmische Spieltheorie

Das Gesamtverhalten großer zeitvarianter Systeme wird häufig durch das Zusammenwirken vieler autonomer Agenten bestimmt. Verkehrssysteme oder das Internet sind typische Beispiele für solche Systeme: Eigennützte Agenten (=die Benutzer) beeinflussen durch ihr privates Verhalten das Verhalten des Gesamtsystems, und damit auch die Kosten anderer Agenten im System. Durch sein privates Verhalten im System versucht jeder autonome Agent, seine eigenen Kosten zu minimieren, während eine zentrale Regulierung eher versuchen würde, ein global optimales Systemverhalten zu berechnen.

Dynamische Systeme dieser Art sind aufgrund ihrer Größe und der Eigennützigkeit ihrer Benutzer nicht zentral regulierbar. In Systemen mit eigennützigen Agenten repräsentieren Nash-Equilibrien stabile Zustände. Ein Systemzustand ist in einem Nash-Equilibrium, wenn kein Agent seine Kosten durch eine Änderung seines Verhaltens verringern kann, solange alle anderen Agenten bei ihrem Verhalten bleiben. Dabei unterscheidet man zwischen reinen Nash-Equilibrien, in denen Agenten ein bestimmtes Verhalten wählen, und gemischten Nash-Equilibrien, in denen Agenten eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über die Menge der ihnen möglichen Verhalten auswählen.

Systeme dieser Art kann man als mathematische Spiele modellieren in denen die Agenten die Spieler repräsentieren.

Der Satz von Nash sagt aus, dass alle Spiele ein gemischtes Nash-Equilibrium besitzen. Es ist bis heute ein offenes Pro-

blem, ob es einen effizienten Algorithmus zur Berechnung von gemischten Nash-Equilibrien gibt.

Ein schon früh untersuchtes Problem ist ein Routenproblem mit eigennützigen Benutzern. Auf einem Straßennetz bewegen sich Autofahrer. Jeder Autofahrer will von einem Startort zu einem Zielort reisen und darf seine Route

frei wählen. Seine Fahrzeit, d.h. seine privaten Kosten, hängt jedoch auch von der Routenwahl anderer Autofahrer ab, weil die Fahrzeit entlang einzelner Straßen mit wachsendem Verkehrsaufkommen steigt.

Es ist bekannt, dass es Straßennetze gibt, in denen die Eigenständigkeit der Autofahrer zu schlechten Systemkosten führt. Das berühmte Braess-Paradoxon zeigt sogar, dass diese Folgen durch den Neubau von Straßen entstehen können. Ein weiteres System, das in letzter Zeit intensiv untersucht wird, ist ein System für eigennütziges Scheduling auf parallelen Maschinen. Die Jobs sind eigenständige Benutzer und wählen die Maschine, auf der sie bearbeitet werden wollen.

Der schlimmstmögliche Verlust an Systemoptimalität durch die Eigenständigkeit der Benutzer wird beschrieben durch die Koordinationsrate, d.h. dem maximalen (über alle möglichen Eingaben) Quotienten aus Systemkosten einer optimalen Lösung und den Systemkosten eines schlechtesten Nash-Equilibriums.

Die Algorithmische Spieltheorie kombiniert die Mathematik der Spieltheorie und die Methoden der Algorithmik, um Systeme mit eigennützigen Benutzern zu



Ein Verkehrssystem als Beispiel für ein zeitvariantes System dessen Gesamtverhalten durch das Handeln autonomer Agenten (Autofahrer) bestimmt wird. Autofahrer bewegen sich als autonome Agenten im Straßenverkehr und jeder versucht seinen eigenen Nutzen (schnelles Erreichen des Zielorts) zu optimieren.

analysieren. Dabei stehen in den Arbeiten der Arbeitsgruppe Monien die folgenden Fragestellungen im Mittelpunkt:

- Berechnung von Nash-Equilibrien.
- Analyse der Koordinationsrate.
- Das Mechanism-Design Problem: Finde ein Regelwerk, z.B. einen Auszahlungsmechanismus, für ein dynamisches System mit eigennützigen Agenten, so dass die Agenten ein Systemoptimum anstreben.

Die in den Forschungsarbeiten erzielten Ergebnisse tragen grundlegend zum Verständnis dynamischer Systeme mit eigennützigen Agenten bei. Die Herausforderungen der Zukunft liegen in der Anwendung der Ergebnisse auf real existierende Systeme, wie etwa den Shuttlesystemen der „Neuen Bahntechnik Paderborn“, in denen Routing- und Schedulingprobleme für autonome Shuttles gelöst werden müssen.



**April 30 - May 2, 2008 - Paderborn - Germany**  
**SAGT/08** 1st International Symposium on  
 Algorithmic Game Theory



Supported by



**AEOLUS**  
 Integrated Project  
 IST-015964

<http://sagt08.upb.de/>

 UNIVERSITÄT PADERBORN  
 Die Universität der Informationsgesellschaft

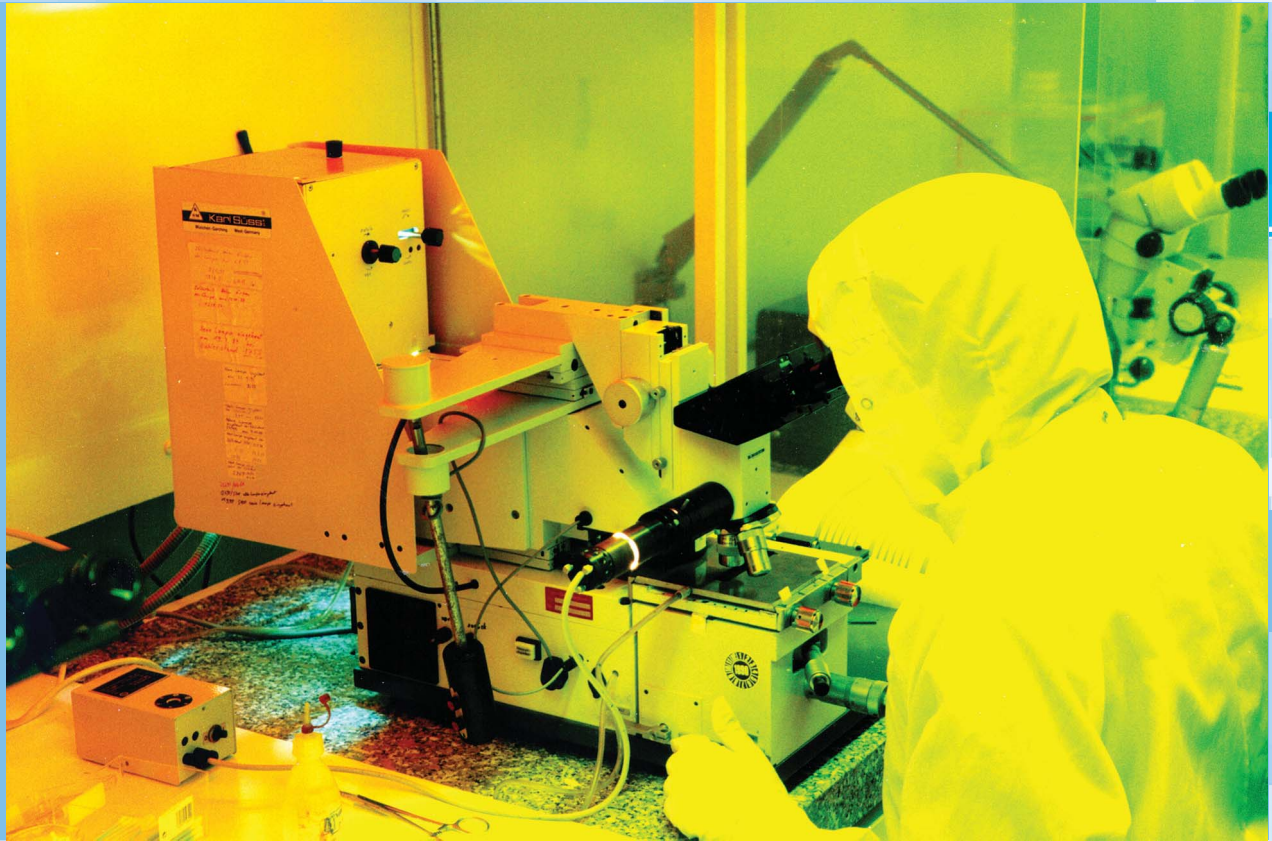
Im Jahr 2008 fand in Paderborn das erste internationale „Symposium on Algorithmic Game Theory (SAGT'08)“ statt. Das Ziel des Symposiums war es Wissenschaftler aus der Informatik, der Wirtschaftswissenschaften und der Mathematik zusammen zu bringen, um über neueste Forschungsentwicklungen im Zusammenspiel der Gebiete Algorithmik und Spieltheorie zu diskutieren.

**Kontakt:**  
 Dr. rer. nat. Rainer Feldmann  
 E-Mail: [obelix@upb.de](mailto:obelix@upb.de)  
 Telefon: +49 (0) 52 51/60 67 20

<http://www.uni-paderborn.de/cs/obelix>



# Angewandte Physik/ Integrierte Optik



## Integrierte Optik in Lithiumniobat

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Sohler

Das Arbeitsgebiet der Fachgruppe Angewandte Physik (Prof. Dr. W. Sohler) ist die Integrierte Optik. Als Substratmaterial wird Lithiumniobat verwendet, das sich durch seine hervorragenden elektro-, akusto- und nichtlinear optischen Eigenschaften auszeichnet. Diese werden ausgenutzt, um eine Vielzahl optisch und/oder elektrisch steuerbarer, miniaturisierter Wellenleiterbauelemente und optischer Schaltkreise für Anwendungen in optischer Nachrichtentechnik und Messtechnik zu entwickeln.

E-Mail: [sohler@physik.upb.de](mailto:sohler@physik.upb.de)  
Telefon: +49 (0) 5251|60 58 85  
Telefax: +49 (0) 5251|60 58 86  
<http://fb6www.upb.de/ag/ag-sol/>

Ziel der integrierten Optik ist es - in loser Analogie zur integrierten Elektronik - miniaturisierte Wellenleiterbauelemente und komplexere optische Schaltkreise auf einem gemeinsamen Substrat zu entwickeln. Dieses Ziel verfolgt die Fachgruppe mit Lithiumniobat ( $\text{LiNbO}_3 = \text{LN}$ ) als Substratmaterial, das sich durch seine hervorragenden elektro-, akusto- und nichtlinear optischen Eigenschaften auszeichnet. Darüber hinaus kann Lithiumniobat mit laseraktiven Ionen (insbesondere Seltene Erden) dotiert werden, um integriert optische Verstärker und Laser zu entwickeln. Schwerpunkte der aktuellen Forschung sind:

**Technologie**

Die Fachgruppe entwickelt erfolgreich LN-spezifische Technologien zur Wellenleiter- und Bauelementherstellung (z.B. Feld- und Licht-unterstützte Polung zur Herstellung periodischer ferroelektrischer Domänen in Wellenleitern, selektives chemisches Ätzen von Mikrostrukturen, Ionenstrahl-Ätzen von Nanostrukturen, Eindiffusion laseraktiver Ionen, holographisches Schreiben von (photorefraktiven) Gittern, Stöchiometrieontrolle durch Gasphasentransport, etc.). Die technologischen Arbeiten werden durch eine anspruchsvolle Charakterisierung begleitet (z.B. optische, elektronenoptische und Rasterkraft-Mikroskopie, Spektroskopie, Messung des Beugungswirkungsgrades, ...).

Im letzten Jahr gelang ein Durchbruch bei der Entwicklung optischer „Drähte“, d.h. optischer Wellenleiter aus LN auf Quarzglas mit Querschnittsdimensionen von nur noch  $\sim 1 \mu\text{m}$  (s. Abb. 1-3). Durch den großen Indexkontrast dieser Wellenleiter wird ein großer Schritt hin zu weiterer Miniaturisierung integriert optischer Bauelemente möglich. Davon werden alle unsere Arbeitsschwerpunkte profitieren.

**Optisch nichtlineare Bauelemente**

Periodisch gepolte  $\text{Ti:LiNbO}_3$  (Ti:PPLN) Wellenleiter bilden die Grundstruktur effizienter optisch nichtlinearer Frequenzkonverter für den nahen (NIR) und mittleren (MIR) Infrarotbereich. So werden z.B. optische Differenzfrequenzgeneratoren und optisch parametrische Verstärker für die Wellenlängenumsetzung in künftigen rekonfigurierbaren, optischen Kommuni-

kationsnetzen entwickelt (laufendes DFG-Projekt, zusammen mit dem Heinrich-Hertz-Institut (HHI) und der Technischen Universität, beide Berlin). Als Beispiel für den Stand der Arbeiten zeigt Abb. 4 die Bitfehlerrate ohne und mit polarisationsunabhängiger Wellenlängenkonversion bei einer Übertragungsrate von 320 Gb/s (gemessen im HHI).

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz unserer Wellenlängenkonverter wird auf der nächsten Seite vorgestellt.

**Erbium-dotierte Laser**

Die Diffusionsdotierung von  $\text{LiNbO}_3$  mit Erbium erlaubt die Entwicklung einer ganzen Reihe von unterschiedlichen Typen integriert optischer Laser. So wurden z. B. gütegeschaltete und modengekoppelte Laser, Bauelemente mit photorefraktiven Gitterstrukturen als Resonator, Ringlaser sowie akustooptisch abstimmbare Laser hergestellt. Zurzeit werden passiv modengekoppelte Laser zur Erzeugung periodischer ( $\sim 1 \text{ GHz}$ ) kurzer Lichtimpulse ( $\lambda \sim 1.5 \mu\text{m}$ ) untersucht. Halbwertsbreiten von nur noch  $\sim 20 \text{ ps}$  wurden erreicht.

**Einzelphoton-Bauelemente**

Ti:PPLN Wellenleiter und Seltene-Erddotierte Wellenleiter erlauben die Entwicklung von attraktiven Einzelphoton-Bauelementen. So bilden Ti:PPLN Wellenleiter die Grundstruktur für verschiedene Typen von integriert optischen Quellen für einzelne Photonenpaare. Erbium- bzw. Thulium-dotierte Wellenleiter werden für die Speicherung von Photonen entwickelt, wie sie in „Repeatern“ einer zukünftigen Quantenkommunikation notwendig werden. Diese Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit einer Reihe von internationalen Partnern durchgeführt.

**Elektro-optische Modulatoren**

Die ausgezeichneten elektro-optischen Eigenschaften von LN erlauben die Entwicklung von Modulatoren hoher Bandbreite für die optische Nachrichtentechnik. Das zweite Projektbeispiel zeigt, wie durch Rippenwellenleiter die erforderlichen Steuerspannungen signifikant reduziert werden können.

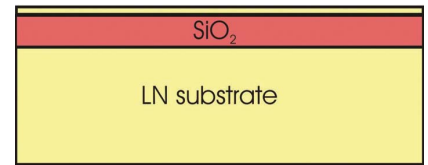


Abb. 1: Schematischer Aufbau von einkristallinen, dünnen LN Wellenleitern auf amorpher  $\text{SiO}_2$ -Schicht, hergestellt durch „ion beam sli- cing“, „crystal bonding“ und sorgfältiges Polie- ren.

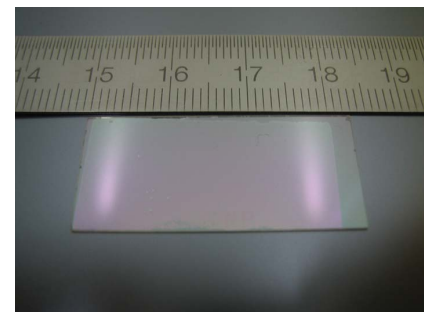


Abb. 2: Einkristalliner, planarer LN-Wellenleiter von 600 nm Dicke auf amorpher  $\text{SiO}_2$ -Schicht (s. auch Abb. 1).

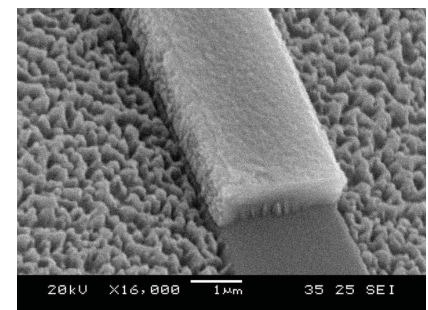


Abb. 3: Optischer Streifenwellenleiter aus ein- kristallinem LN auf amorpher  $\text{SiO}_2$ -Schicht, „herausgeschnitten“ durch Plasmaätzung aus einer planaren Struktur wie in Abb. 2.

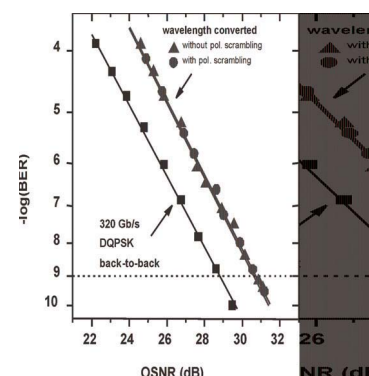


Abb. 4: Bitfehlerrate (BER) als Funktion des opti- schen Signal-Rausch-Verhältnisses (OSNR) am Empfänger für eine DQPSK-Signalübertragung mit 320 Gb/s ohne und mit polarisationsunabhän- giger Wellenlängenkonversion.



# Freistrahloptische Signalübertragung im mittleren Infrarot mit integriert optischen Sende- und Empfangsmodulen

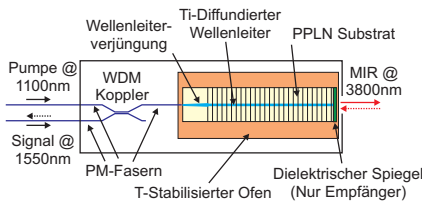


Abb. 1: Schemazeichnung der Wellenlängenkonversionsmodule. Das Empfangsmodul unterscheidet sich vom Sendemodul nur durch einen zusätzlichen dielektrischen Spiegel für die Pumpstrahlung.

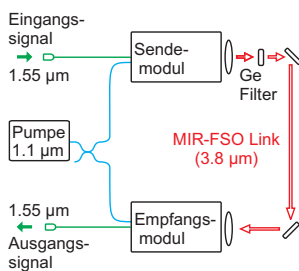


Abb. 2: Schematischer Aufbau der Freistrahloptikübertragungsstrecke für QPSK-Übertragung mit 2.4 Gbit/s.

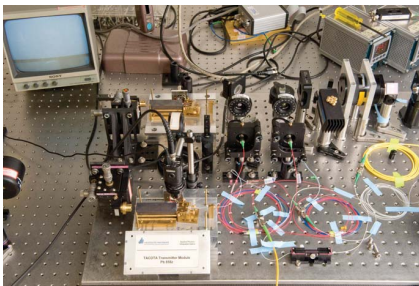


Abb. 3: Freistrahloptikübertragungsexperiment, aufgebaut an der Universität Stanford.

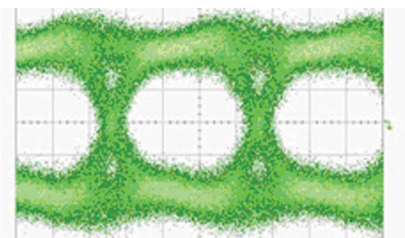


Abb. 4: Elektrisches Augendiagramm mit 1000 dB Photonen/Bit bei 1.55 µm mit Wellenlängen(rück)konversion.

## Kontakt:

Daniel Büchter (M. Sc.)

E-Mail: [so\\_l\\_db@physik.upb.de](mailto:so_l_db@physik.upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251/60 58 70

Telefax: +49 (0) 5251/60 58 86

<http://fb6www.upb.de/ag/ag-sol/>

## Hintergrund

Freistrahloptische Datenverbindungen haben in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie finden ihre Anwendung hauptsächlich in gerichteten Kurzstreckenverbindungen, die benötigt werden, wenn fest installierte Kabelverbindungen nicht praktikabel oder zu teuer sind.

Probleme in der optischen Freistrahloptikübertragung sind Absorption und Streuung von Licht in Luft sowie Szintillationseffekte aufgrund von Verwirbelungen von Luftschichten unterschiedlicher Temperatur (Beispiel aus der Erfahrung: „Flimmern“ auf heißem Asphalt). Zusätzlich können atmosphärische Einflüsse wie Nebel oder Regen dazukommen, welche die Bit-Fehlerraten des Systems insbesondere bei längeren Übertragungsstrecken beeinträchtigen. Im mittleren Infrarotbereich (MIR) um 3.8 µm existiert allerdings ein „atmosphärisches Fenster“, in dem diese störenden Effekte sehr klein sind.

Ziel dieser Arbeit war es, Sende- und Empfangsmodule zu entwickeln, die eine Wellenlängenkonversion aus dem Nahinfrarotbereich ( $\lambda \sim 1.55 \mu\text{m}$ ), der üblicherweise für die faseroptische Nachrichtenübertragung verwendet wird, in den MIR-Bereich und wieder zurück ermöglichen.

## Das Projekt

Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit drei amerikanischen Partnern, den Firmen CeLight, Inc. und Boeing sowie der Universität Stanford durchgeführt. Von der Arbeitsgruppe Angewandte Physik / Integrierte Optik wurden die Sende- und Empfangsmodule entwickelt (Abb. 1) und in Paderborn genauestens charakterisiert. Anschließend ging unser Doktorand Daniel Büchter für 5 Wochen mit den Modulen nach Stanford, um dort zusammen mit den amerikanischen Kollegen eine Freistrahloptikübertragungsstrecke aufzubauen und Übertragungsexperimente durchzuführen. Weitere Experimente wurden gemeinsam bei Boeing in Seattle durchgeführt.

## Die Module

In beiden Modulen wird die Wellenlängenkonversion durch optisch nichtlineare Differenzfrequenzerzeugung (DFG) in Titan-dotierten Streifenwellenleitern in

periodisch gepoltem Lithiumniobat (Ti:PPLN) erreicht.

Im Sendemodul wird die Signalstrahlung ( $\lambda \sim 1.55 \mu\text{m}$ ) mit der Pumpstrahlung ( $\lambda \sim 1.1 \mu\text{m}$ ) „gemischt“. Durch den nichtlinearen Prozess entsteht die Strahlung bei der Differenzfrequenz ( $\lambda \sim 3.8 \mu\text{m}$ ). Sie trägt dieselben Informationen wie die (modulierte) Signalstrahlung. Im Empfängermodul wird die 3.8 µm-Strahlung mit der Pumpstrahlung „gemischt“, so dass wieder eine Signalstrahlung bei 1.55 µm gewonnen wird. Die Module sind mit Faseranschlüssen ausgestattet, so dass sie problemlos in existierende faseroptische Systeme integriert werden können.

## Übertragungsexperimente

In Stanford wurde eine freistrahloptische Übertragungsstrecke aufgebaut, bei der beide Module zur Wellenlängenaufwärts- bzw. -abwärtskonversion (NIR-MIR-NIR) eingesetzt wurden (Abb. 2 und Abb. 3). Übertragen wurde ein phasenmoduliertes QPSK (Quadrature-Phase-Shift-Keying) Signal mit 2.4 Gbit/s Datenrate. Es zeigte sich, dass durch die nichtlinearen Konversionsprozesse praktisch keine Verschlechterung der Bitfehlerraten auftritt (s. Augendiagramm in Abbildung 4). Weitere Untersuchungen wurden bei Boeing durchgeführt, um im Windkanal die Anfälligkeit des Systems gegenüber Störungen zu testen.

## Ausblick

Die Ergebnisse in diesem Projekt sind vielversprechend. Es wurde gezeigt, dass sowohl Amplituden- als auch Phaseninformationen der Signalstrahlung ( $\lambda \sim 1.55 \mu\text{m}$ ) durch die optisch nichtlineare Wellenlängenkonversion ungestört auf die MIR-Strahlung übertragen werden und auch bei der zweiten Konversion zurück in den NIR-Bereich erhalten bleiben. Ein bidirektionaler Betrieb wurde noch nicht gezeigt, könnte aber relativ einfach realisiert werden. Für die Zukunft sind eine Reduzierung der Übertragungsverluste im System und eine Optimierung der Konversionswirkungsgrade der Module geplant. Darüber hinaus wurde kürzlich demonstriert, dass die Module vorteilhaft in der optischen Absorptionsspektroskopie eingesetzt werden können.



# Integriert Optische Mach-Zehnder Modulatoren mit Rippenwellenleitern

## Hintergrund

Integriert optische Modulatoren in Lithiumniobat ( $\text{LiNbO}_3$ , LN) sind Schlüsselkomponenten der heutigen optischen Nachrichtentechnik mit einer Datenübertragung durch faseroptische Netzwerke. Die Modulatoren prägen einem kontinuierlichen Lichtstrom, z.B. von einer Laserdiode, die zu übertragende Information zumeist in digitaler Form auf. Dazu wird die Leistung oder (die Phase) des transmittierten Lichtes in einem integrierten Mach-Zehnder Interferometer entsprechend der Information moduliert; Modulationsbandbreiten bis zu 40 GHz werden heute erreicht. Um die Bandbreite in Zukunft weiter steigern zu können, sind jedoch kleinere elektrische Steuerleistungen erforderlich.

## Das Projekt

Das Ziel dieses Projektes war es, die erforderlichen Steuerspannungen bzw. Leistungen deutlich zu reduzieren, ohne die Modulationsbandbreite zu verringern. Durch den Einsatz sogenannter Rippenwellenleiter sollte es möglich sein, das Licht stärker zu konzentrieren, und mit Hilfe entsprechender Elektrodenstrukturen mit kleineren Spannungen zu modulieren. Dabei sollte die Modulationsbandbreite mindestens gleich bleiben, was durch eine Geschwindigkeitsanpassung von Lichtwelle und steuernder Mikrowelle erreicht werden kann.

## Mach-Zehnder Modulatoren – das Prinzip

Interferometrische Mach-Zehnder (MZI) Modulatoren sind aus zwei sogenannten Y-Verzweigungen aufgebaut, welche das zu modulierende Licht aufspalten, und nach Durchlaufen der beiden parallelen Interferometerarme wieder zusammenführen (s. Abb. 1). Parallel zu (oder auf) den Interferometerarmen befinden sich metallische Elektroden. Eine hier angelegte Spannung erzeugt in den Wellenleitern ein elektrisches Feld, welches über den elektro-optischen Effekt eine Phasendifferenz der Lichtwellen in beiden Interferometerarmen hervorruft. Bei einer Phasendifferenz von  $\pi$  erhält man destruktive Interferenz bei der zweiten Y-Verzweigung und die Transmission des Modulators wird null.

## Modulatoren mit Rippenwellenleitern

Mit Hilfe eines nasschemischen Verfahrens wurde die Modulatorstruktur mit Rippen von einigen Mikrometern Breite und Höhe aus der Oberfläche von LN herausgearbeitet.

Anschließend wurde mit Hilfe einer neuen photolithographischen Technik eine dünne ( $\sim 100$  nm) Schicht aus Titan im Vakuum auf die Rippenoberflächen aufgedampft und bei hohen Temperaturen eindiffundiert. Dadurch erhöht sich der Brechungsindex in den Rippen und optische Wellenleiter werden gebildet (s. Abb. 2). In weiteren Schritten wurden eine  $\text{SiO}_2$ -Zwischenschicht (s. Abb. 3) und die metallischen Elektroden aufgebracht. Sie erlauben ein ebenfalls stark konzentriertes elektrisches Modulationsfeld zu erzeugen, wie es in Abb. 4 als Ergebnis einer Modellierungsrechnung dargestellt ist. Man erkennt auch die Lichtverteilungen (optische Moden) im Querschnitt der Wellenleiter. Mit der dargestellten Struktur sollte sowohl die Steuerspannung reduziert als auch die Bandbreite des Modulators erhöht werden können.

## Ergebnisse

Nach einer Optimierung der Modulatorstruktur durch Modellierungsrechnungen wurden mehrere Bauelemente erfolgreich hergestellt und sehr genau untersucht. Bemerkenswert sind die kleinen Steuerspannungen von nur 2.2 V, mit denen ein Auslöschungsverhältnis von etwa 20 dB erreicht wird. Bei einer Elektrodenlänge von 25 mm ergibt sich daraus ein Spannungs-Längen-Produkt von nur 5.5 Vcm, etwa halb so groß wie bei heutigen kommerziellen Modulatoren. Da die Dicke der metallischen Elektroden noch deutlich zu klein war, wurden die Hochfrequenzeigenschaften der Modulatoren noch nicht untersucht.

## Ausblick

Die ersten experimentellen Ergebnisse haben bestätigt, dass integriert optische Modulatoren mit Rippenwellenleitern sehr vielversprechend sind. Unsere künftige Arbeit wird sich auf die Optimierung der Hochfrequenzeigenschaften der Bauelemente konzentrieren.

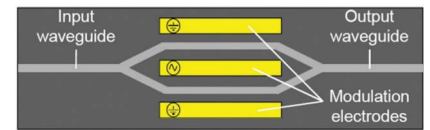


Abb. 1: Schema eines integrierten Mach-Zehnder Modulators in  $\text{LiNbO}_3$ .

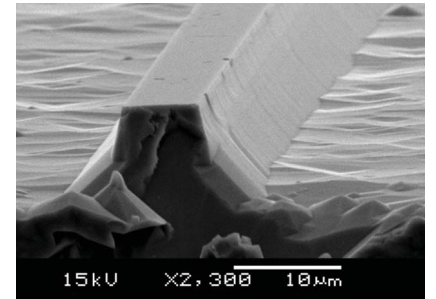


Abb. 2: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Rippenwellenleiters auf  $\text{LiNbO}_3$ .

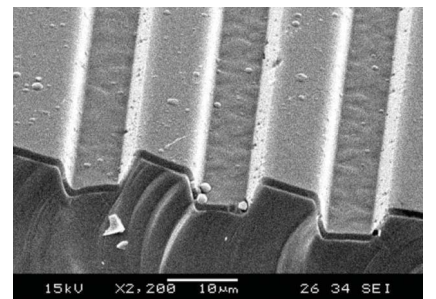


Abb. 3: Elektronenmikroskopische Aufnahme der beiden parallelen Rippenwellenleiter (Mitte) des integrierten Mach-Zehnder Modulators. Die  $\text{SiO}_2$ -Zwischenschicht zur optischen Isolation der Metallelektroden ist gut sichtbar.

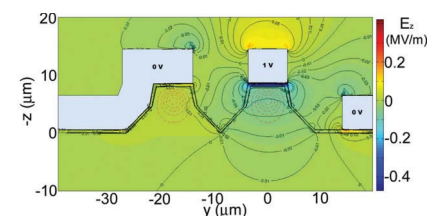


Abb. 4: Berechnete Verteilung des elektrischen Modulationsfeldes im Querschnitt des Modulators. Die Farbcodierung stellt die Stärke der relevanten Feldkomponente im Umfeld der Elektroden (grau) dar. Die optischen Moden sind mit rot gestrichelten Linien eingezeichnet.

## Kontakt:

Miguel Garcia Granda (M. Sc.)  
E-Mail: [i.zimmermann@physik.upb.de](mailto:i.zimmermann@physik.upb.de)  
Telefon: +49 (0) 5251/60 58 83  
Telefax: +49 (0) 5251/60 58 86

# Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik

## Philosophie der Technik



Die sieben freien Künste  
aus dem *Hortus deliciarum*  
der Äbtissin Herrad von Landsberg (1170)

## Nachdenken über Wissenschaft und Technik

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Philosophisches Nachdenken über Wissenschaft und Technik soll über Grundlagen und Bedingungen wissenschaftlichen und technischen Handelns aufklären, Orientierung über dessen Methoden und Zwecke geben und dessen verantwortungsvollen Einsatz unterstützen.

Im weiten Feld des Nachdenkens über Wissenschaft und Technik widmet sich die Arbeitsgruppe vor allem den logischen und kognitiven Bedingungen des Erkennens und des wissenschaftlichen Handelns. Ein Forschungsschwerpunkt liegt in der Geschichte der neueren Logik und mathematischen Grundlagenforschung. Die Entwicklung und Differenzierung der Logik als philosophischer Grunddisziplin bis hin zu Mathematischer Logik und Beweistheorie als Subdisziplinen der Mathematik und zur Theoretischen Informatik wird im Spannungsfeld des Dialoges zwischen Philosophie und Mathematik rekonstruiert. Die Logikdiskussion unter den Mathematikern des 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts wird hierbei als Ausdruck des Bemühens gesehen, in der mathematischen Praxis entstandene Grundlagenprobleme zu bewältigen, ein Bemühen, in dem von den akademischen Philosophen jener Zeit nur wenig Unterstützung zu erwarten war. Grundlegung der Mathematik mit Hilfe einer reformierten Logik diente daher weniger einem originär philosophischen Interesse, als eher dem pragmatischen Interesse, dem Mathematiker ein ungehindertes Arbeiten in seinem ureigenen Betätigungsfeld zu ermöglichen.

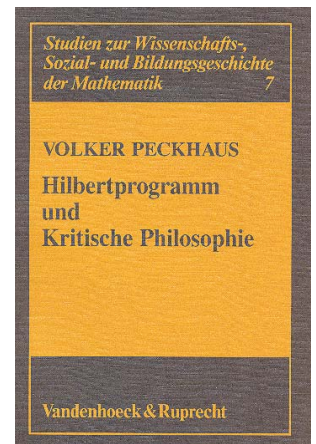
Im Rahmen dieser Arbeiten war der Lehrstuhl an der Erstellung einer wissenschaftlichen Biographie von Ernst Zermelo (1871-1953), Schöpfer der axiomatisierten Mengenlehre, beteiligt. Eine Edition der Werke von Oskar Becker (1882-1962) wird vorbereitet. Wichtiges Hilfsmittel der Arbeiten ist die Database for the History of Logic, eine biobibliographische Sammlung mit Porträtarchiv, die in Paderborn aufgebaut wird und interessierten Logikhistorikern offen steht.

2006 wurde das Forschungsprojekt Dynamische Basisontologie und kooperative Semantiken von Prof. Dr. Volker Peckhaus und Prof. Dr. Ruth Hagengruber mit

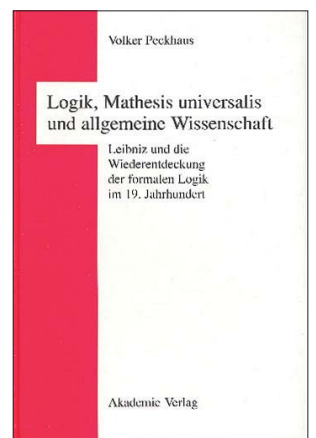
Unterstützung des Heinz Nixdorf Instituts initiiert. Dieses Projekt stellt einen wichtigen Schritt im geplanten Aufbau eines Lehr- und Forschungsbereiches Philosophie und Informatik dar. Thema des Projekts ist die Untersuchung der Möglichkeiten und Leistungsfähigkeit sog. Basisontologien für eine begriffliche Grundlegung graphischer User Interfaces. Darüber hinaus werden dort, wo sich Modellierung und Implementierung mit komplexen Kommunikations- und Handlungsabläufen treffen, Probleme der Wissensrepräsentation und -organisation in ihrer Korrelation zu sozialontologischen Fragestellungen analysiert.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt liegt im Schnittfeld von Philosophie und Kognitionswissenschaften. Im Mittelpunkt des Projekts steht die Frage, woher wir unser Wissen vom mentalen Leben Anderer haben. Diese Frage wird aus phänomenologischer und kognitionswissenschaftlicher Perspektive untersucht. Ziel ist eine neurophänomenologische Theorie der Grundlagen sozialer Kognition, die die Abhängigkeit der Entwicklung menschlichen Selbst-Bewusstseins von den dynamischen Interaktionen mit anderen Lebewesen in den Vordergrund stellt.

In der Lehre wird die spezifisch philosophische Weise, Fragen zu stellen und Lösungsansätze zu diskutieren, vermittelt. Schwerpunkte der Lehre liegen in der theoretischen Philosophie, insbesondere der Methodenlehre, der Erkenntnistheorie und der Theorie technischen Handelns. Die Arbeitsgruppe konnte die Einrichtung von zwei neuen Lehramtsstudiengängen für Praktische Philosophie erwirken, in die seit dem Sommersemester 2005 Einschreibungen möglich sind. Seit 2006 ist die Philosophie Bestandteil des Zweifach-Bachelorstudienganges der Fakultät für Kulturwissenschaften.



Peckhaus, V.: Hilbertprogramm und Kritische Philosophie, Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht, 1990



Peckhaus, V.: Logik, Mathesis universalis und allgemeine Wissenschaft, Berlin, Akademie Verlag, 1997



Peckhaus, V. (Hrsg.): Oskar Becker und die Philosophie der Mathematik, München, Wilhelm Fink Verlag, 2005



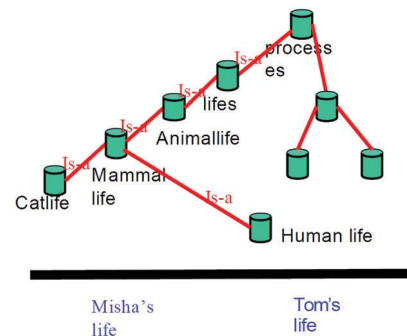
# Philosophische Grundlagen in der Informatik: Handlungstheoretische Konzepte in kooperativen Systemen



Prof. Dr. R. Hagengruber. Eröffnung der Internationalen Tagung „Philosophy’s Relevance in Information Science PRIS 08“, 3. und 4. Oktober 2008 am Heinz Nixdorf Institut.

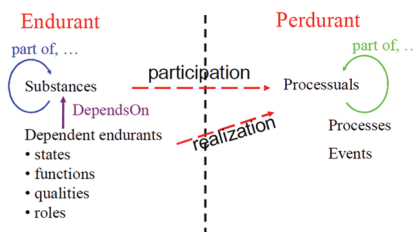
Die Bereitstellung umfassender Informationsräume geht Hand in Hand mit der Realisierung und Ausweitung kooperativer Systeme. Das Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe Dynamische Basisontologie und kooperative Semantiken unter der Leitung von Prof. Dr. Ruth Hagengruber erforscht die Grundlagen kooperativer Wissensräume. Ziel des Projektes ist es, einen Beitrag zur systematischen Darstellung handlungsabhängiger Anordnungen von Wissens-elementen in Wissensräumen zu leisten. Die Aufgabe besteht darin, die theoretischen Grundlagen der semantischen Explikation von kooperativen Systemen zu bestimmen. Kommunikations- und Handlungsabläufe werden handlungstheoretisch analysiert. Auf der Basis der philosophischen Handlungstheorie wird untersucht, wie Handlungen typisiert werden können (Handlungsarten), wie und welche Handlungen schematisiert werden können (Handlungsschemata) und wie diese Schemata erfasst und technisch realisiert werden können, um den ihnen impliziten Funktionsanspruch zu genügen. „Handlungsräume“ werden entsprechend der in ihnen realisierbaren Handlungsschemata und Handlungstypen definiert. Kooperative Strukturierungsprozesse sind zeitlich und räumlich organisiert. Wesentlich ist dabei die Klärung, ob Handlungen als Substanzen oder als Prozesse aufgefasst werden.

durch räumliche Anordnung der Wissens-elemente und in visualisierten Wissensstrukturen gegeben sind. Solche Darstellungsmöglichkeiten werden im Rahmen des Projektes mit Hilfe der Mereologie und Mereotopologie untersucht. Dem Thema widmete sich das Forschungsseminar „Handlungen in der Wissensrepräsentation“ im SS 2008. Als Gastdozent lehrte Prof. Bittner, SUNY Buffalo, USA. Prof. Dr. Thomas Bittner forscht in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Barry Smith zur Mereologie und Mereotopologie an der Schnittstelle von Philosophie und Informatik.



Handlungen als Prozesse. Thomas Bittner: Vortrag im Rahmen des Seminars: Handlungen in der Wissensrepräsentation, SS 2008.

Die Wechselwirkungen von Philosophie und Informatik auf dem gegenwärtigen Wissenstand zu versammeln, war Ziel der Internationalen Tagung, die vom 3. bis 4. Oktober am Heinz Nixdorf Institut stattfand. Die interdisziplinäre Vernetzung weiter auszubauen und die Akzeptanz des Forschungsbereiches Philosophie und Informatik weiter zu fördern, sollte die Tagung dazu beitragen, das Interesse an der Lehrinheit Philosophie und Informatik an deutschen Universitäten zu unterstützen. Eingeladen waren Experten aus den Themenbereichen: Ontologie (Prof. Dr. Barry Smith, SUNY Buffalo), Complexity and System Theory (Prof. Dr. Klaus Mainzer, TU München), Philosophy of Computing and Information (Prof. Dr. Luciano Floridi), Knowledge Representation (Prof. Dr. Selmer Bringsjord) sowie aus den Bereichen Wissenschaftstheorie und Handlungstheorie. Eine rege internationale Teilnahme bestätigte den Bedarf (<http://www.uni-paderborn.de/pris08>).



Handlungen können als beständige Entitäten aufgefasst werden; andere lassen sich nur als Prozesse darstellen. Thomas Bittner: Vortrag im Rahmen des Seminars: Handlungen in der Wissensrepräsentation, SS 2008.

Kooperationsunterstützende Verfahren nutzen visuelle Strukturen der Wissensorganisation. Einen wichtigen Bereich der Untersuchung stellen Überlegungen zu Ordnungssystemen dar, in denen semantische Zusammenhänge, die

**Gefördert durch:**

DFG  
VW Stiftung

**Kontakt:**

Prof. Dr. Ruth Hagengruber  
E-Mail: [ruth.hagengruber@uni-paderborn.de](mailto:ruth.hagengruber@uni-paderborn.de)  
Telefon: +49 (0) 5251/60 23 08/9  
Telefax: +49 (0) 5251/60 37 44

<http://www.uni-paderborn.de/philosophie/luf-philosophie-informatik/>

# Die Grundlagen sozialer Kognition

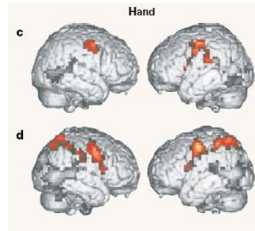
## Über die Relation von Selbst-Bewusstsein und Intersubjektivität

Wenn eine Mutter ihr zwei Monate altes Kind anlächelt, lächelt das Kind zurück. Wenn Arnold Schwarzenegger auf der Kino-Leinwand aus dem dritten Stock eines Hotels auf ein Auto fällt, zucken die Zuschauer mit einem „Autsch – das tat weh!“ zusammen.

Ständig haben wir mit anderen Menschen zu tun. Von klein auf sind Menschen immer auch Mitmenschen. Aber woher wissen wir eigentlich, wann jemand fröhlich ist oder wann jemand Schmerzen hat? Wie kann man erklären, dass ein kleines Kind, das sich noch nie selbst im Spiegel gesehen hat, auf das Lächeln seiner Mutter mit einem Lächeln antwortet? Allgemein formuliert: Woher wissen wir von den Emotionen und Intentionen anderer Lebewesen?

In den letzten Jahren hat Empathie wieder eine größere Bedeutung in der interdisziplinären Bewusstseinsforschung gewonnen. Wir haben jetzt ein besseres Verständnis der Gehirnprozesse, die unseren eigenen Emotionen und Handlungen zugrunde liegen und deren Rolle für die Wahrnehmung anderer als emotionale und intentionale Lebewesen. Neurowissenschaftliche Studien machen die These empirisch plausibel, dass die Beobachtung einer Handlung (z.B. wenn jemand nach einem Buch aus dem Schrank greift) entsprechende motorische Repräsentationen dieser Handlung im Beobachter aktivieren; die Wahrnehmung von Emotionen bei anderen löst Reaktionen in den entsprechenden somatosensorischen Bereichen im Wahrnehmungssubjekt aus, die normalerweise dann stattfinden, wenn das Subjekt dieselbe

Emotion hat (Stamenov & Gallese 2002; Adolphs 2003).



Aktivierungen im Individuum bei der Wahrnehmung von Handbewegungen. Rizzolatti, Fogassi & Gallese 2001.



Aktivierungen im Individuum bei der Wahrnehmung Anderer in schmerzvollen Situationen. Decety 2003.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass das traditionelle Problem des Anderen in der Philosophie auf den Kopf gestellt werden muss: Die Frage ist nicht mehr, woher wir wissen, dass andere Menschen auch mentale Zustände haben. Vielmehr ist die Frage, wie Menschen die eigenen Handlungen und Emotionen von denen anderer Menschen unterscheiden können. Dass dies wirklich ein Problem ist, zeigt sich z.B. in verschiedenen Ausprägungen der Schizophrenie (Proust 2006; Jeannerod 2006). Im Projekt wird eine multilevel Theorie entwickelt, bei der philosophisch-analytische, phänomenologische und empirische Überlegungen zusammengebracht werden, um eine Antwort auf das neue Problem des Anderen zu formulieren.

### Kontakt:

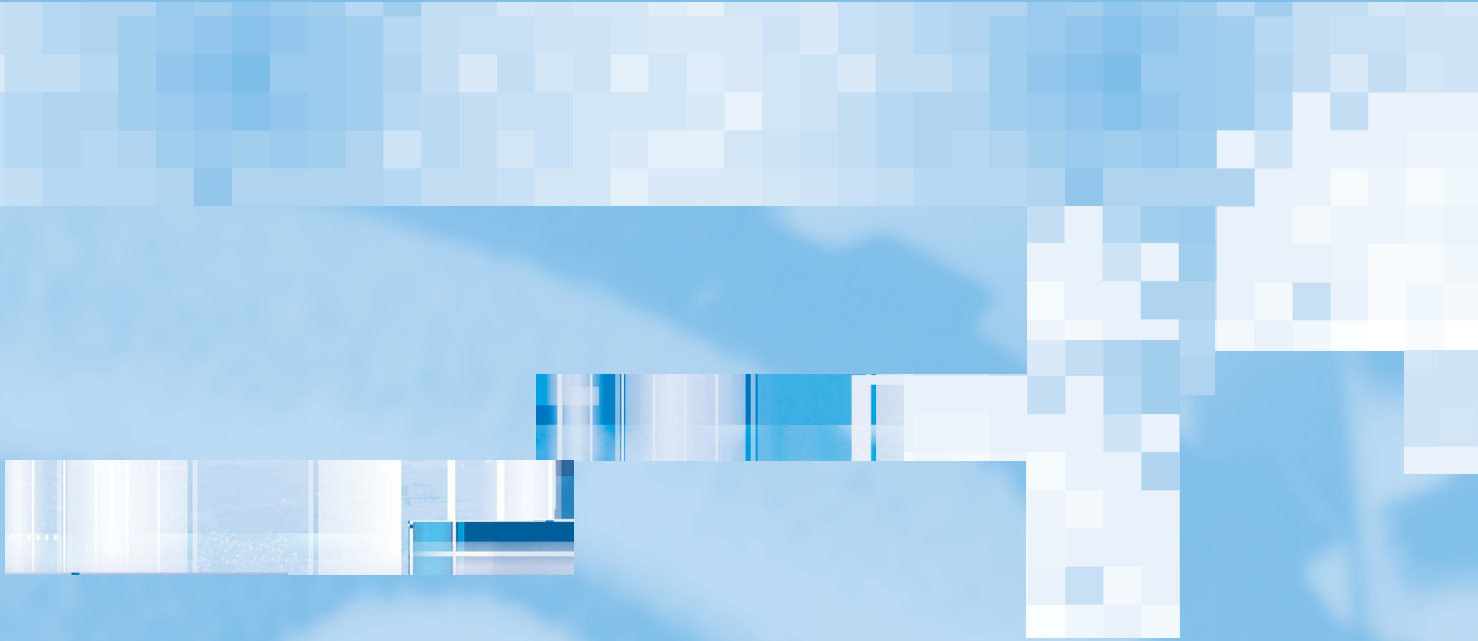
Marcello Ghin, M.A.

E-Mail: [marcello.ghin@upb.de](mailto:marcello.ghin@upb.de)

Telefon: +49 (0) 5251/60 23 13

Telefax: +49 (0) 5251/60 37 44

<http://www.uni-paderborn.de/fakultaeten/kw/institute-einrichtungen/institut-fuer-humanwissenschaften/philosophie/>





# weitere Aktivitäten weitere Aktivitäten

- **Publikationen**
- **Promotionen**
- **Messen, Tagungen, Seminare**
- **Patente, Preise, Auszeichnungen**
- **Weitere Funktionen**
- **Spin-Offs**
- **Aktuelle Forschungsprojekte**
- **Aktuelle Industriekooperationen**
- **Wissenschaftliche Kooperationen**

# Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insb. CIM

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

## **Publikationen**

Aufenanger, Mark; Wagner, Jan Benjamin; Lück, Ingo; Laroque, Christoph; Blecken, Alexander: Konzeption und Implementierung einer BDE-Schnittstelle zur flexiblen Datenerfassung. In: Rabe, Markus (Hrsg.): *Advances in Simulation for Production and Logistics Applications*. S. 427-438, 2008, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart

Laroque, Ch.; Dangelmaier, W.; Huber, D., Rüngener, N.; Aufenanger, M.; Klein, M.: Simulative Absicherung eines neuartigen Einlagerungskonzeptes im Cargo-Bereich von Flughäfen. In: Hauser, H.; Strassburger, St.; Theisel, H. (Hrsg.): *Simulation and Visualization 2008*. S. 29-39, 2008 SCS Publishing House

Dangelmaier, W.; Altemeier, S.; Danne, C.; Gans, J. E.: Optimierung vernetzter Produktions- und Logistiksysteme. In: Inderfurth, K.; Neumann, G.; Schenk, M.; Wäscher, G.; Ziem, D.: *Netzwerklogistik. Logistik aus technischer und ökonomischer Sicht*. 13. Wissenschaftliche Fachtagung, Tagungsband. S. 3-19. Magdeburg, LOGISCH 2008.

Blecken, A.; Brüggemann, D.; Dangelmaier, W.: Humanitäre Logistik im Wandel - neue Konzepte für die spezifischen Anforderungen humanitärer Operationen. In: Inderfurth, K.; Neumann, G.; Schenk, M.; Wäscher, G.; Ziem, D.: *Netzwerklogistik. Logistik aus technischer und ökonomischer Sicht*. 13. Wissenschaftliche Fachtagung, Tagungsband. S. 219-232. Magdeburg, LOGISCH 2008.

Dangelmaier, W.: Ansätze für eine Online Optimierung in der Serienfertigung. In: Dangelmaier, W.; Aufenanger, M.; Klöpffer, B. (Hrsg.): *Reagible Unternehmen in dynamischen Märkten*. 10. Paderborner Frühjahrstagung. ALB-HNI-Verlagsschriftenreihe. Band 16. Paderborn: Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistikorientierte Betriebswirtschaft 2008.

Dangelmaier, W.; Brüggemann, D.; Rust, T.; Klöpffer, B.: Kostenminimierung durch bedarfsorientierte Arbeitseinsatzplanung mit OOPUS WEB. *Industriemanagement* 24 (2008) 2, S. 35-38.

Danne, Ch.; Blecken, A.; Dangelmaier, W.: Complexity-Induced uncertainty in Supply chains - A Framework and Case Studies. In: Pfohl, H.-Ch.; Wimmer, Th. (Hrsg.): *Wissenschaft und Praxis im Dialog. Robuste und sichere Logistiksysteme*. S. 71-88. 4. Wissenschaftssymposium Logistik. Hamburg: Deutscher Verkehrsverlag 2008.

Dangelmaier, W.: Customize-to-order als Paradigma für das 5-Tage-Auto. In: 5. Europäische Automobil-Innovationskonferenz 2008. Tagungsband. Bad Nauheim: 18. Juni 2008. Hannover: Vincentz Netzwerk 2008.

Dangelmaier, W.: Online Optimierungsansätze zur Steuerung der Produktion in der Serienfertigung. In: Schenk, M. (Hrsg.): *Logistik - Effiziente und sichere Warenketten in Industrie und Handel*. 11. IFF-Wissenschaftstage 25./26. Juni 2008. Tagungsband S. 145-154. Magdeburg: Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung 2008.

Dangelmaier, W.: Online Optimierung für die PPS. WINFO-Forschungskolloquium. Erwitte, 27. Juni 2008.

Blecken, A.; Hellingrath, B.; Dangelmaier, W.; Schulz, S. F.: A humanitarian supply chain process

reference model. In: *Int. J. Services Technology and Management*, Vol. X, No. Y, pp. Z2

Aufenanger, M.; Dangelmaier, W.; Laroque, Ch.; Rüngener, N.: Knowledge-Based Event Control for Flow-shops Using Simulation and Rules: In: *Proceedings of the 40th conference on Winter simulation*. S. (erscheint Dezember 2008), 2008, Miami, Omnipress.

Fischer, J.; Dangelmaier, W.; Nastansky, L.; Suhl, L.: Bausteine der Wirtschaftsinformatik - Grundlagen und Anwendungen. 4. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Erich Schmidt 2008.

Dangelmaier, W.; Brüggemann, D.; Klöpffer, B.; Rust, T.: OOPUS WEB - Eine flexible Plattform für die Implementierung von PPS-Tools, erläutert an der Anbindung einer CSCP-orientierten Belegungsplanung in der Serienfertigung. In: Nyhuis, P. (Hrsg.): *Beiträge zu einer Theorie der Logistik*. S. 323-347. Berlin: Springer 2008.

Dangelmaier, W.: Terminplanung mit Vorwärts- und Rückwärtsterminierung. In: Koether, R. (Hrsg.): *Taschenbuch der Logistik*. 3. Aufl. S. 133-142. München: Hanser 2008.

Dangelmaier, W.; Brüggemann, D.; Dürksen, D.; Klöpffer, B.; Rust, T.: Produktionsplanungsverfahren zur rollierenden Planung mehrstufiger Produktionssysteme bei simultaner Auswahl kostenminimaler Schichtmodelle. In: Gronau, N. (Hrsg.): *Wettbewerbsfähigkeit durch Arbeits- und Betriebsorganisation*. Berlin: GITO 2008.

Dangelmaier, W.: Materialwirtschaft. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon.

Dangelmaier, W.: Lagerbestandsführung. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon.

Dangelmaier, W.: Vorlaufverschiebung. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon.

Dangelmaier, W.: Verbrauchsgesteuerte Disposition. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de>

Dangelmaier, W.: Bedarfsgesteuerte Disposition. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de>

Dangelmaier, W.: Sekundärbedarfsermittlung. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon.

Dangelmaier, W.: Primärbedarfsermittlung. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon.

Dangelmaier, W.: Brutto-Netto-Bedarfsrechnung. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L.

(Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de>

Dangelmaier, W.: Simulation. In: Kurbel, K.; Becker, J.; Gronau, N.; Sinz, E.; Suhl, L. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Online-Lexikon. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de>

Dangelmaier, W.; Aufenanger, M.; Klöpffer, B. (Hrsg.): *Reagible Unternehmen in dynamischen Märkten*. 10. Paderborner Frühjahrstagung. ALB-HNI-Verlagsschriftenreihe Band 16. Paderborn: Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistikorientierte Betriebswirtschaft 2008.

Helmke, St.; Uebel, M.; Dangelmaier, W. (Hrsg.): *Effektives Customer Relationship Management. Instrumente - Einführungskonzepte - Organisation* 4. Auflage. Wiesbaden: Gabler 2008.

Oberthür, Simon; Znamenshchikov, Alex; Klöpffer, Benjamin; Vöcking, Henner: Improved Flexible Resource Management by Means of Look-Ahead Scheduling and Bayesian Forecasting. In: Gausemeier, Jürgen; Rammig, Franz Josef; Schäfer, Wilhelm (Hrsg.): *Self-optimizing Mechatronic Systems: Design the Future*, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, S. 361-376, Paderborn, Feb. 2008.

Klöpffer, Benjamin; Romaus, Christoph; Schmidt, Alexander; Vöcking, Henner: A Multi-Agent Planning Problem for the Coordination of Function Modules. In: Gausemeier, Jürgen; Rammig, Franz Josef; Schäfer, Wilhelm (Hrsg.): *Self-optimizing Mechatronic Systems: Design the Future*, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, S. 377-393, Feb. 2008 Heinz Nixdorf Institut, Heinz Nixdorf Institut

Klöpffer, Benjamin; Romaus, Christoph; Schmidt, Alexander; Vöcking, Henner; Donoth, Jörg: DEFINING A SYSTEM OF OBJECTIVES FOR MULTI AGENT COORDINATION OF FUNCTION MODULES WITHIN MECHATRONIC SYSTEMS. In: *Proceedings of IDETC/CIE 2008 ASME 2008 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference*, Band .., 3.-6. Jan. 2008.

Dürksen, Dietrich; Klöpffer, Benjamin; Ruth, Daniel; Thonemann, Christof, Wilhelm Dangelmaier: Combining Distributed Matchmaking and Clustering to Prune the Solution Space in Distributed Optimization Problems - Demonstrated in the RailCab System. In: *Eighth International Conference on Hybrid Intelligent Systems*, Nr.1, S. 108-113, Barcelona, 1. Jan. 2008 IEEE Computer Society, IEEE Computer Society Press

Blecken, A.; Hellingrath, B. (2008): *Supply Chain Management Software for Humanitarian Operations: Review and Assessment of current Tools*. In: Friedrich, F.; Van de Walle, B. (Eds.): *Proceedings of the 5th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management ISCRAM2008*, Washington, DC, USA, May 2008, pp. 342-351.

Blecken, A.; Hellingrath, B.; Aufenanger, M.; Ort-giese, M. (2008): *Requirements and Solutions for Supply Chain Management Software in Humanitarian Operations*. In: Autere, V.; Bask, A.; Kovács, G.; Spens, K.; Tanskanen, K. (Eds.): *Proceedings of*

NOFOMA 2008 Conference, June 5-6, Helsinki, pp. 105-119.

### Promotionen

Dr. Christian Tonigold

#### Programm-, Ressourcen- und Prozessoptimierung als Bestandteile der Anpassungsplanung von spannenden Fertigungssystemen in der Fließfertigung von Aggregaten

Aufgrund zunehmend dynamischer und unsicherer Märkte stehen produzierende Unternehmen oder Unternehmensteile mit einem hohen Investitionsvolumen, insbesondere im Bereich der großseriellen Aggregatefertigung, vor der Herausforderung, auch bei unerwarteten Marktbedingungen wirtschaftlich fertigen zu können. Dies setzt voraus, dass noch während der Planung der zu installierenden Produktionsanlagen eine Anpassungsplanung durchgeführt wird.

Anpassungen an Fertigungsanlagen können im Wesentlichen drei Bereiche betreffen: das Produktionsprogramm, die Fertigungsressourcen und die Produktionsprozesse. In der vorliegenden Arbeit werden hierbei zwei Planungsebenen betrachtet: die Ebene der Programm- und Ressourcenplanung, die sich eher auf die Grobplanung von Fertigungssystemen bezieht, und die Ebene der Ressourcen- und Prozessplanung, die detailliert die Fertigungsmaschinen und die darauf ausgeführte Prozesskette behandelt.

Für beide Ebenen werden mathematische Optimierungsmodelle entwickelt, um den monetären Anpassungsaufwand des betrachteten Fertigungssystems bei der Anwendung unterschiedlicher Marktbedingungen zu minimieren und schwerwiegende Fehlinvestitionen zu vermeiden.

### Messen, Tagungen, Seminare

#### 10. Paderborner Frühjahrstagung „Reagible Unternehmen in dynamischen Märkten“

Am 26. März 2008 fand im Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn die 10. Paderborner Frühjahrstagung statt. Die Sicherung einer hohen Reaktionsfähigkeit von Unternehmen im Umfeld immer dynamischer Absatz und Beschaffungsmärkte stand dieses Mal im Mittelpunkt. Experten aus Forschung und Praxis zeigten in 4 parallelen Sessions die Potentiale neuer Konzepte zur langfristigen Sicherung des Erfolgs in globalen Unternehmensnetzwerken auf.

Ausrichter der Tagung war das Fraunhofer Anwendungszentrum für Logistikorientierte Betriebswirtschaft (ALB) unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. W. Dangelmaier. Als Hauptredner konnten Dr. Axel Moker, Geschäftsführer SCM bei der Freudenberg Haushaltswaren KG sowie Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Michael Schenk, gewonnen werden.

Rund 150 Teilnehmer nutzten die Möglichkeit, sich

über Forschungsprojekte, Theorie und Praxisbeispiele rund um das Tagungsthema zu informieren. Experten u.a. der Universität St. Gallen, Johann Wolfgang Goethe-Universität, der Daimler AG, Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co KG und Phoenix Contact GmbH&Co stellten innovative Projekte und Detaillösungen vor.

Die Themenschwerpunkte waren dabei „Das Adaptive Unternehmen“, „Gestaltung von Produktionssystemen und Wertschöpfungsnetzwerken“, „Kundenorientierte Unternehmensnetzwerke“ und „Risikomanagement in Produktion und Logistik“.

Allen Interessenten der genannten Themen stehen die Inhalte der Vorträge sowie weitere Informationen unter [www.pbft.de](http://www.pbft.de) zur Verfügung. Dort kann auch der Tagungsband in elektronischer Form bezogen werden.

### Weitere Funktionen

- Leitung des Fraunhofer-Anwendungszentrums für Logistikorientierte Betriebswirtschaft (ALB)
- Mitglied von acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN
- Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des Bundesverbandes Logistik (BVL)
- Mitglied im Senat der DFG
- Mitglied im Beirat der Cartec Lippstadt
- Mitglied im Beirat des Paderborner Center for Parallel Computing (PC<sup>2</sup>)
- Leiter der Competence Center PPS-SCM-Systeme, EAI-Systeme, Elektronische Marktplätze sowie CAS-CRM-Systeme der NetSkill AG

### Aktuelle Forschungsprojekte

EU: „AC/DC – Advanced Chassis Development for 5-Day-Car“, hier insbesondere:

- Task 2100: Entwicklung des Dynamic Supply Loop Konzeptes
- Task 2200: Entwicklung eines kollaborativen Forecasting-Konzeptes
- Task 2300: Entwicklung einer Ontologie zur Sicherung der planerischen Konsistenz
- Task 2400: Entwicklung eines Konzeptes zum automatischen Real-Time Event Handling in der Supply-Chain
- Task 2600: Verteiltes Entwickeln und Testen von mechatronischen Komponenten

DFG:

Sonderforschungsbereich 614: „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“

Teilprojekt A2: „Verhaltensorientierte Selbstoptimierung“

Ziel ist die Erarbeitung einer verhaltensorientierten Selbstoptimierung. Sie passt das Systemverhalten eines mechatronischen Systems an die Umweltbedingungen an, ohne dabei auf explizite Modelle zurückzugreifen.

Forschungsvorhaben „Interdisziplinäre Forschungsarbeiten in den Gebieten Modellierung und Simulation sowie Datenstrukturen und Algorithmen, Aktive Benutzerunterstützung zur Analyse von Materialflusssimulationen in virtuellen Umgebungen, Datenstrukturen, Rendering- und Approximationsalgorithmen zur Darstellung virtueller, geometrischer 3D-Szenen“

NRW-Graduate-School „Graduate School of Dynamic Intelligent Systems“

Interdisziplinäres Kooperationsprojekt „Neue Bahntechnik Paderborn“

Hier entwirft die Fachgruppe u. a. ein agentenbasiertes, völlig verteiltes Betriebskonzept für einen zielreinen Bedarfsverkehr, erarbeitet Konzepte zur Leittechnik und zielspezifischen Migrationsstrategien

### Aktuelle Industriekooperationen

Boge Kompressoren GmbH:

Entwicklung eines neuen Logistikkonzeptes

Continental AG:

EU-Projekt AC/DC: Advanced Chassis Development for 5-Day-Car

Daimler AG:

Entwicklung von Methoden zum Umgang mit Variantenreichtum in getakteten Montagelinien

Freudenberg & Co. KG:

Reduktion der Variantenvielfalt in der internationalen Versorgungskette Kunde

Hymmen GmbH:

Identifikation und Projektierung von Potentialen im Bereich Produktion und Logistik

Keiper GmbH & Co. KG:

Einführung eines Produktionsplanungs- und Steuerungssystems für die Teilefertigung

Volkswagen AG:

Entwicklung einer integrierten Produktionsplanungssoftware für die Motorenfertigung der Werke Chemnitz und Salzgitter

### Wissenschaftliche Kooperationen

Helwan University Cairo, Egypt

Prof. Dr.-Ing. M. Osman

INESC Porto, Portugal

Prof. Dr. J.P. Sousa



# Fachgruppe Rechnerintegrierte Produktion

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

## Publikationen

- Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W. (Hrsg.): Self-Optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. 7th International Heinz Nixdorf Symposium, 20.-21. Februar 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 223, Paderborn, 2008
- Gausemeier, J.; Kahl, S.; Pook, S.: From Mechatronics to Self-Optimizing Systems. In: Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W. (Hrsg.): Self-Optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. 7th International Heinz Nixdorf Symposium, 20.-21. Februar 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 223, Paderborn, 2008
- Gausemeier, J.; Zimmer, D.; Donoth, J.; Pook, S.; Schmidt, A.: Conceptual Design of Self-Optimizing Mechatronic Systems. In: Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W. (Hrsg.): Self-Optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. 7th International Heinz Nixdorf Symposium, 20.-21. Februar 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 223, Paderborn, 2008
- Gausemeier, J.; Zimmer, D.; Donoth, J.; Pook, S.; Schmidt, A.: Conceptual Design of Self-Optimizing Mechatronic Systems. In: Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W. (Hrsg.): Self-Optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. 7th International Heinz Nixdorf Symposium, 20.-21. Februar 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 223, Paderborn, 2008
- Gausemeier, J.; Kahl, S.; Low, C.Y.; Schulz, B.: From the Principle Solution towards Controller Design of Self-Optimizing Systems. In: Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W. (Hrsg.): Self-Optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. 7th International Heinz Nixdorf Symposium, 20.-21. Februar 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 223, Paderborn, 2008
- Gausemeier, J.; Kaiser, I.; Pook, S.: Design of Integrated Mechatronics Supported by a Knowledge Base. In: Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W. (Hrsg.): Self-Optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. 7th International Heinz Nixdorf Symposium, 20.-21. Februar 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 223, Paderborn, 2008
- Gausemeier, J.; Böcker, J.; Radkowski, R.; Henke, C.; Waßmann, H.: Anwendung von Augmented Reality zur visuellen Analyse einer Konvoi-Simulation am Beispiel der Neuen Bahntechnik Paderborn. In: Simulation and Visualization 2008, 19th Conference, 28.-29. Februar 2008, Magdeburg, 2008
- Gausemeier, J.; Low, C. Y.; Steffen, D.; Deyter, S.: Specifying the Principle Solution in Mechatronic Development Enterprises. In: 2nd IEEE International Systems Conference- SysCon 2008, April 7-10, Montreal, Canada, 2008
- Gausemeier, J.; Kokoschka, M.; Stoll, K.: Netzwerk „Conlmit - Contra Imitatio“ Informations-, Kommunikations- und Kooperationsplattform für präventiven Schutz vor Produktpiraterie. In: 9. Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung 2008, 11. und 12. März 2008, Karlsruhe, 2008
- Berger, T.; Gausemeier, J.: Entwicklung von Technologiestrategien. *Industrie Management* 24 (2008) 3
- Gausemeier, J.; Zimmer, D.; Donoth, J.; Pook, S.; Schmidt, A.: Proceeding for the Conceptual Design of Self-Optimizing Mechatronic Systems. In: Proceedings of the Design 2008, 10th International Design Conference. Dubrovnik, Croatia, 19-22 May, 2008
- Gausemeier, J.; Kahl, S.; Low, C.; Schulz, B.: Systematic Development of Controllers Design Based on the Principle Solution of Self-Optimizing Systems. In: Proceedings of the Design 2008, 10th International Design Conference. Dubrovnik, Croatia, 19-22 May, 2008
- Chang, H.; Gausemeier, J.; Ihmels, S.; Wenzelmann, C.: Innovative Technology Management System with Bibliometrics in the Context of Technology Intelligence. In: Castillo, O.; Xu, L.; Ao, S.-I. (Eds.): Trends in Intelligent Systems and Computer Engineering. Lecture Notes in Electrical Engineering, Volume 6. Springer Verlag, 2008
- Gausemeier, J.; Grafe, M. (Hrsg.): Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. 7. Paderborner Workshop, 5.-6. Juni 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 232, Paderborn, 2008
- Bersenbrügge, J.; Gausemeier, J.; Grafe, M.; Kreft, S.: Ein VR-basierter Nachtfahrsimulator für das Virtual Prototyping einer adaptiven Leuchtweitenregelung. In: Gausemeier, J.; Grafe, M. (Hrsg.): Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung. 7. Paderborner Workshop, 5.-6. Juni 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 232, Paderborn, 2008
- Gausemeier, J.; Brink, V.; Ihmels, S.: From Foresight to a technology-related development release: Application of the Innovation Database in the Context of Strategic Product and Technology Planning. In: Proceedings of The R&D Management Conference 2008, June 17-20, Ottawa, Canada, 2008
- Deyter, S.; Gausemeier, J.; Middendorf, A.; Reichl, H.: Consideration of Sustainability during the early Design Phases of Mechatronic Systems. In: Proceedings of the 11th Mechatronics Forum Biennial International Conference, 23-25 June 2008, University of Limerick, Ireland, 2008
- Deyter, S.; Gausemeier, J.; Lackmann, L.; Pöschl, M.; Steffen, D.: InZuMech – Instrumentarium für die frühzeitige Zuverlässigkeitsanalyse mechatronischer Systeme. *wt Werkstattstechnik online Jahrgang 98 (2008) Heft 7/8*, 2008
- Radkowski, R.; Gausemeier, J.: Virtuelle Umgebungen zur Entwicklung selbstoptimierender Systeme. In: 11. IFF-Wissenschaftstage, Virtual Reality and Augmented Reality zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme, 25.-26. Juni 2008
- Gausemeier, J.; Frank, U.; Donoth, J.; Kahl, S.: Spezifikationstechnik zur Beschreibung der Prinziplösung selbstoptimierender Systeme des Maschinenbaus. Konstruktion, Teil 1: Juli/August 7/8 2008, Teil: 2 9 2008
- Bersenbrügge, J.; Kreft, S.; Gausemeier, J.: Using a Virtual Reality-Based Night Drive Simulator as a Tool for the Virtual Prototyping of an Advanced Leveling Light System. In: Proceedings IDETC/CIE 2008 ASME International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, August 3-6, New York City, New York, USA, 2008
- Gausemeier, J.; Zimmer, D.; Podlogar, H.; Schmidt, A.; Donoth, J.: Determination of Active Pattern during the Conceptual Design of Self-Optimizing Systems demonstrated by an Air Gap Adjustment System. In: Proceedings of the 19th International Conference on Systems Engineering (ICSEng 2008), August 19-21, 2008, Las Vegas, USA, 2008
- Gausemeier, J.; Kahl, S.; Zimmer, D.; Schmidt, A.: Holistic Conceptual Design of Self-Optimizing Mechatronics. In: Proceedings of AISM 2008 Third Asia International Symposium on Mechatronics, August 27-31, Hokkaido University, Sapporo, Japan, 2008
- Gausemeier, J.; Znamenshchikov, O.; Oberthür, S.; Podlogar, H.: An Approach for Achieving Self-Optimization in Mechatronic Systems Supported by Active Patterns. In: Proceedings of AISM 2008 Third Asia International Symposium on Mechatronics, August 27-31, Hokkaido University, Sapporo, Japan, 2008
- Gausemeier, J.; Dumitrescu, R.; Podlogar, H.: Implementing Cognitive Functions with Active Pattern in Self-Optimizing Systems. In: Proceedings of AISM 2008 Third Asia International Symposium on Mechatronics, August 27-31, Hokkaido University, Sapporo, Japan, 2008
- Klöpper, B.; Podlogar, H.; Witting, K.; Gausemeier, J.: Domain Spanning Search for Solution Patterns for the Conceptual Design of Self-Optimizing Systems. In: Proceedings of the 1st International Workshop on Data Modeling in Virtual Engineering DMVE '08 held in conjunction with the DEXA 2008, September 1-5, Turin, Italy, 2008
- Gausemeier, J.; Deyter, S.; Middendorf, A.; Reichl, H.; Steffen, D.; Tsunazawa, K.; Walachowicz, F.: Specifying Mechatronic Systems in early Design Phases for Analysing Sustainability Aspects. In: Proceedings of Electronic goes Green 2008+, September 8-10, 2008, Berlin, Germany, 2008
- Gausemeier, J.; Znamenshchikov, O.; Oberthür, S.; Podlogar, H.: An Approach for Achieving Self-Optimization in Mechatronic Systems Supported by Active Patterns. In: Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, November 26-28, 2008, Kaohsiung City, Taiwan, 2008
- Gausemeier, J.; Kinkel, S.: Strategische Technologieplanung mit Zukunfts-Szenarien – Methoden, Hilfsmittel, Beispiele. VDMA Verlag, Frankfurt am Main, 2008
- Gausemeier, J.; Ihmels, S.; Reymann, F.; Stoll, G.: Umfeldszenarien – Instrumentarium zur rationalen Erstellung von Markt- und Umfeldszenarien für das Geschäft mit Antriebstechnik. In: FVA-Forschungsreport 2008. Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA), Würzburg, 2008
- Gausemeier, J.; Reymann, F.: Informationsbasis zur effizienten Erstellung von Markt- und Umfeldszenarien. In: Abramovici, M.; Lindemann, U.; Gausemeier, J. (Hrsg.): Berliner Kreis Newsletter 2/2008, Nr. 11. Berliner Kreis – Wissenschaftliches Forum für Produktentwicklung e.V., Berlin, 2008
- Gausemeier, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 4. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 30. und 31. Oktober 2008, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 237, Paderborn, 2008
- Gausemeier, J.; Brink, V.; Stoll, K.: Entscheider brauchen Alternativen - Systematische Entwicklung von Geschäftsstrategiealternativen. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 4. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 30. und 31. Oktober 2008, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 237, Paderborn, 2008

burgische Akademie der Wissenschaften, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 237, Paderborn, 2008

Adelt, P.; Donoth, J.; Gausemeier, J.; Geisler, J.; Henkler, S.; Kahl, S.; Klöpfer, B.; Krupp, A.; Münch, E.; Oberthür, S.; Paiz, C.; Podlogar, H.; Porrmann, M.; Radkowski, R.; Romaus, C.; Schmidt, A.; Schulz, B.; Vöcking, H.; Witkowski, U.; Witting, K.; Znamemshchykov, O.: Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus – Definitionen, Anwendungen, Konzepte. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 234, Paderborn, 2008

Frank, U.; Giese, H.; Klein, F.; Oberschelp, O.; Schmidt, A.; Schulz, B.; Vöcking, H.; Witting, K.; Gausemeier, J. (Hrsg.): Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus – Definitionen und Konzepte. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 155, Paderborn, 2004

Radkowski, R.; Gausemeier, J.; Kleinjohann, B.; Richert, W.; Adelt, P.; Zabel, H.: Augmented Reality to Support the Testing of Autonomous Systems by the Example of Soccer Robots. In: 53. Internationales wissenschaftliches Kolloquium, September 8-12, 2008, Technische Universität Ilmenau, 2008

Brink, V.; Ihmels, S.: Technology Management System to develop consistent Technology Strategies. In: IAMOT2008-Proceedings, April 6-10, 2008, Dubai, 2008

Brink, V.; Haug, J.; Ihmels, S.: Einführung eines Verfahrens zur strategischen Produkt- und Technologieplanung in einem Unternehmen der elektrischen Antriebstechnik. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung - 4. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 30.-31. Okt. 2008, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 237, Paderborn, 2008

Donoth, J.; Klöpfer, B.; Romaus, C.; Schmidt, A.; Vöcking, H.: Defining Plan Metrics for Multi-Agent Planning Within Mechatronic Systems. In: Proceedings of the ASME 2008 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2008, August 3-6, 2008, Brooklyn, New York, USA, 2008

Gerhard, D.; Brem, A.; Ihmels, S.; Voigt, K.-I.: Technology Roadmapping in the Context of Make-or-Buy Decisions - From Technological Foresight to Project-oriented Planning. In: Proceedings of The R&D Management Conference 2008, June 17-20, 2008, Ottawa, Canada, 2008

Henkler, S.; Hirsch, M.; Kahl, S.; Schmidt, A.: CONTINUOUS DEVELOPMENT OF A SELF-OPTIMIZING AIR-GAP ADJUSTMENT SYSTEM FOR AUTONOMOUS VEHICLES. In: Proceedings of IDETC/CIE 2008 ASME 2008 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, August 3-6, 2008, New York, USA, 2008

Köster, O.; Stoll, K.: IT-basierte Technologiefrühaufklärung. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): 4. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, 30. und 31. Oktober 2008, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 237, Paderborn, 2008

Radkowski, R.: Einsatz und Nutzen virtueller Technologien für die Entwicklung intelligenter technischer Systeme. In: Krömker, H.; Klimsa P. (Hrsg.): 2. Tagung zur Medienproduktion - Produktion und Virtualität, 27.-28. März 2008, Technische Universität Ilmenau, 2008

Radkowski, R.; Waßmann, H.; Henke, C.: Use of Augmented Reality to Support the Visual Analysis of Hardware-in-the-Loop Simulations. In: CIRP Design Synthesis, April 7-9, 2008, Enschede, Netherlands, 2008

Radkowski, R.; Richert, W.; Zabel, H.; Adelt, P.: Augmented Reality-based Behavior-Analysis of Autonomous Robotic Soccers. In: IADIS International Conference of Applied Computation, April 10-13, 2008, Algarve, Portugal, 2008

Radkowski, R.; Waßmann, H.; Borzykh M.: Echtzeit-Visualisierung eines sturzvariablen Fahrwerks zur Analyse des Fahrverhaltens. In: Gausemeier, J.; Grafe, M. (Hrsg.) 7. Paderborner Workshop, Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, 5.-6. Juni 2008, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 232, Paderborn, 2008

Radkowski, R.; Waßmann, H.: Augmented Reality at the Development Process of Mechatronic and Self-Optimizing Systems. In: Workshop at International Conference for Remote Engineering & Virtual Instruments, June 23-25, 2008, Düsseldorf, 2008

Radkowski, R.; Krupp, A.: Ein Ansatz für Augmented Reality-basiertes systematisches Testen eingebetteter Systeme. In: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Michael Schenk (Hrsg.): 11. IFF-Wissenschaftstage, Virtual Reality und Augmented Reality zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme, 25.-26. Juni 2008, Magdeburg, 2008

Radkowski, R.; Waßmann, H.: An Augmented Reality-based Approach for the Visual Analysis of Intelligent Mechatronic Systems. In: Proceedings of IDETC/CIE 2008 ASME 2008 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, August 3-6, 2008, New York, USA, 2008

Radkowski, R.; Waßmann, H.: Augmented Reality-based Visual Analysis of Mechatronic Test Benches. In: Workshop at IDETC/CIE 2008 ASME 2008 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, August 3-6, 2008, New York, USA, 2008

#### Promotionen

*Dr.-Ing. Hua Chang*

#### **A Methodology for the Identification of Technology Indicators**

Die Entwicklung von Technologien ist besonders für technologieintensive Unternehmen ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Es ist sehr wichtig, die Vorteile oder Barrieren von Technologien zu identifizieren, die Entwicklungstendenzen frühzeitig zu erkennen und zu analysieren, um die passende Technologiestrategie zu entwickeln. Entscheidungsträger und Entwickler benötigen dringend ein effektives und (semi-)automatisches Verfahren für die Beschaffung technologierelevanter Informationen.

In diesem Kontext wurde das Verfahren zur Ermittlung von Technologieindikatoren in der Dissertation entwickelt, welches genau auf die Wissensbeschaffung abzielt. Das Verfahren basiert auf vier Metho-

den: Information Retrieval, Bibliometrische Analyse, Ontologie und Expertenbefragung. Eine Fallstudie hat gezeigt, dass das Verfahren in der Praxis durchführbar ist. Das Verfahren ermöglicht eine rasche Verarbeitung großer Informationsmengen. Bis zu 70% des Wissensbeschaffungsprozesses werden durch maschinelle Arbeit oder intelligente Methoden automatisiert. Die TI-Ontologie und die Dokumentation wichtiger Prozesse ermöglichen einen einfachen Aktualisierungsprozess. Außerdem bietet das Verfahren Entscheidungsträgern und anderen Benutzern einen standardisierten Leitfaden für die Wissensbeschaffung zur Technologieüberwachung. Das Verfahren wurde in die Technologie-Datenbank des Heinz Nixdorf Instituts integriert. Die Technologieindikatoren werden in der Datenbank gespeichert und für die Technologie-Reports und Technologie-Roadmaps zur Verfügung gestellt.

*Dr.-Ing. Salvatore Parisi*

#### **A Method for the intelligent Authoring of 3D Animations for Training and Maintenance**

Die Erstellung von 3D-Computeranimationen für Trainingszwecke ist ein kundenspezifischer Prozess, der von fachkundigen 3D-Modellierern umgesetzt wird. Diese sind jedoch in der Regel keine Experten auf dem Gebiet Ausbildung und Training. Dies erschwert eine exakte Umsetzung von Schulungs- und Trainingsunterlagen in entsprechende 3D-Computeranimationen. In dieser Arbeit wird eine Methode zur automatisierten Erstellung von 3D-Animationen für Trainingszwecke vorgestellt. Ausgehend von einer Analyse der umgangssprachlichen Beschreibung einer Trainingsschrittfolge werden charakteristische sprachliche Elemente identifiziert und einer Ontologie zugeordnet. Die Ontologie verknüpft die umgangssprachlichen Elemente des Anleitungstextes mit den korrespondierenden Elementen in der 3D-Computeranimation. Die Arbeit beschreibt detailliert die Methode für den automatisierten Erstellungsprozess von 3D-Animationen zu Trainingszwecken. Anhand eines Anwendungsbeispiels aus dem EU-Projekt KoBaS (Knowledge Based Customized Services for Traditional Manufacturing Sectors Provided by a Network of High Tech SMEs) erbringt die Arbeit den Nachweis, dass die Methode den Erstellungsprozess für 3D-Animationen vereinfacht und beschleunigt.

*Dr.-Ing. Guido Stollt*

#### **Verfahren zur strukturierten Vorausschau in globalen Umfeldern produzierender Unternehmen**

Die Unternehmen der Automobil- und Zulieferindustrie, des Maschinen- und Anlagenbaus sowie verwandter Branchen müssen ihren gesamten Produktentstehungsprozess effizienter als bisher gestalten, um schnell und konkurrenzfähig kreative Produkte für den Weltmarkt zu entwickeln. Hierfür ist eine systematische Vorausschau notwendig, die neue Impulse liefert und den Handlungsspielraum zur Gestaltung des Geschäfts von morgen vergrößert.

Häufig fehlen aber die Ressourcen und adäquate Methoden, um die vielfältigen Einflussfaktoren auf das Geschäft von morgen zu ermitteln und systematisch aufzubereiten. Somit fehlt die Grundlage zur Erarbeitung einer markt- und kundenorientierten Strategie.

Das entwickelte Verfahren ermöglicht es, ausgehend von einer detaillierten Analyse des Unternehmensumfelds, die Einflussbereiche und Schlüsselfaktoren auf das Geschäft von morgen zu identifizieren. Die kreative Antizipation zukünftiger Entwicklungen wird der langfristigen Wirkung der zu unterstützenden Entscheidungen gerecht. Das Verfahren

unterstützt den sukzessiven Aufbau einer fundierten Entscheidungsbasis für die Strategiearbeit. Durch eine regelmäßige Erstellung und Anwendung von Markt- und Umfeldszenarien wird die Strategiekompetenz auf allen Entscheidungsebenen eines Unternehmens langfristig gestärkt. Das entwickelte Verfahren wird durch ein Informationssystem unterstützt, das eine einfache Verarbeitung und Aufbereitung der Informationen erlaubt. Die Evaluierung des Verfahrens und des Informationssystems erfolgte zusammen mit namhaften Antriebstechnikherstellern.

*Dr.-Ing. Ingo Kaiser*

#### **Systematik zur Entwicklung mechatronischer Systeme in der Technologie MID (Molded Interconnect Devices)**

Die Technologie MID eröffnet neue Möglichkeiten zur Entwicklung mechanisch-elektronischer Baugruppen. Die Vorteile sind die hohe Gestaltungsfreiheit, die höhere Funktionalität, kürzere Prozessketten sowie die Reduzierung der Herstellkosten. Die Entwicklung von MID-Teilen ist eine Herausforderung. Verantwortlich dafür sind Wechselwirkungen zwischen Produkt und Produktionssystem, die während der Entwicklung zu beachten sind. Zudem ist die Entwicklung von MID-Teilen bisher nur unzureichend systematisiert. Die in der Arbeit entwickelte Systematik unterstützt die Produkt- und Produktionssystementwicklung von MID-Teilen. Sie systematisiert den Entwicklungsprozess in ein generisches und mehrere MID-verfahrensspezifische Vorgehensmodelle. In den spezifischen Vorgehensmodellen werden die zu beachtenden Wechselwirkungen aufgezeigt und durch Methoden- und Richtliniempfehlungen ergänzt. Damit bietet die Systematik einen praxisgerechten Leitfadens für die Entwicklung von mechatronischen Systemen in der Technologie MID. Die Evaluierung der Systematik erfolgte anhand der Entwicklung eines Miniaturrobotergehäuses, des komplexesten MID-Teils weltweit.

*Dr.-Ing. Ute Brüseke*

#### **Einsatz der Bibliometrie für das Technologiemanagement**

Langfristig erfolgreiche Unternehmen zeichnen sich u.a. dadurch aus, dass sie Produktinnovationen unter Berücksichtigung der Erfolgsfaktoren Kosten und Qualität hervorbringen und dabei schneller sind als andere. Produktinnovationen und -erfolg werden, neben Markt, Branche, Politik und Gesellschaft, auch von „Technologie“ bestimmt. Technologien beeinflussen die Produktlösungen und die Produktentstehungsprozesse sowie die Produktionssysteme.

An den ingenieurwissenschaftlichen Instituten der Hochschulen existiert zu speziellen Technologien ein ausgeprägtes Wissen, das ständig aktualisiert und erweitert wird. Dieses Wissen, das u.a. durch Publikationen repräsentiert wird, ist für Unternehmen von großer Bedeutung. Jedoch ist die Anzahl der Publikationen sehr hoch. Diese Veröffentlichungen zu lesen wäre zu aufwändig. Gezieltes Wissen aus der großen Informationsmenge zu ziehen ist fast unmöglich.

Im Rahmen der Arbeit wird ein Vorgehensmodell dargestellt, mit dem es möglich ist, aus einer hohen Anzahl ausgewählter Publikationen schwache Signale frühzeitig zu erkennen, die für das Technologiemanagement genutzt werden können. Durch bibliometrische Analysen können u.a. der Technologiereifegrad, führende Institutionen und Experten, vorhandene und potentielle Kooperationspartner und die Technologieanwendungsfelder und deren Trends identifiziert werden. Eine Kurzbeschreibung der

Technologie kann erstellt werden, die zusätzlich einen inhaltlichen Überblick über die vorliegenden Publikationen gibt. Der Anwender erhält, neben Methoden und Indikatoren, auch einen Interpretationsleitfaden. Die Ergebnisse werden in so genannten Technologieberichten festgehalten. Das Vorgehen benötigt spezielle Kompetenzen der Anwender, insbesondere vom Bibliometrie- und der Technologieexperten, dessen Aufgaben und Fähigkeiten beschrieben und voneinander abgegrenzt werden.

*Dr.-Ing. Christoph Wenzelmann*

#### **Methode zur zukunftsorientierten Entwicklung und Umsetzung von Strategieoptionen unter Berücksichtigung des antizipierten Wettbewerbsverhaltens**

Globalisierung, immer stärker zunehmende Dynamik oder steigende Komplexität der Erzeugnisse sind keine neuen Herausforderungen für Unternehmen und schon lange an der Tagesordnung. Trotzdem sind viele kleine und mittlere Unternehmen, die bekanntlich das Rückgrat der deutschen Wirtschaft bilden, darauf nicht vorbereitet oder verfolgen keine wirkungsvollen Strategien, damit umzugehen. Insbesondere der deutsche Maschinenbau, der besonders stark durch diese kleinen und mittleren Unternehmen geprägt ist, aber auch verwandte Branchen, wie der Automobilbau oder die Medizintechnik, sehen sich dem immer stärkeren Wettbewerb ausgesetzt. Dies wird noch unterstützt durch Phänomene wie beispielsweise die Produktpiraterie, die eine erhebliche Bedrohung für etablierte Unternehmen darstellen. Kleine und mittlere Unternehmen sind daher gezwungen, sich klug und weit-sichtig zu verhalten und einmalige, durch Wettbewerber nicht einfach kopierbare Wettbewerbspositionen einzunehmen.

Die Arbeit liefert eine durchgängige Methode zur zukunftsorientierten Entwicklung und Umsetzung von Strategieoptionen unter Berücksichtigung des antizipierten Wettbewerbsverhaltens. Die Methode versetzt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen der Fertigungsindustrie in die Lage, effektiv und effizient strategische Planung zu betreiben. Sie zeichnet sich durch die Einbeziehung möglicher Entwicklungen von Märkten und Umfeldern der Unternehmen und die Antizipation des zukünftigen Wettbewerbsverhaltens aus. Darüber hinaus ermöglicht sie die Identifikation von zukünftig einmaligen, schwer kopierbaren strategischen Positionierungen, die durch das betrachtete Unternehmen auch besetzt werden können, und die Ableitung von konsistenten Schritten zur Umsetzung der strategischen Neupositionierung.

#### **Messen, Tagungen, Seminare**

##### **9. Karlsruher Arbeitsgespräche 2008**

Zu den diesjährigen Karlsruher Arbeitsgesprächen trafen sich mehr als 650 Vertreter aus Industrie und Wissenschaft, um aktuelle Ergebnisse und Herausforderungen in der Produktionsforschung zu diskutieren. Die Veranstaltung stand unter dem Motto „Spitzentechnologien für den Wirtschaftsmotor Produktion“ und thematisierte die Frage, wie sich die deutsche Produktionsindustrie im steigenden globalen Konkurrenz- und Preiskampf behaupten kann. Die Fachgruppe stellte Zwischenergebnisse aus dem Verbundprojekt InZuMech sowie das Internet-Fachprotal [www.TransMechatronic.de](http://www.TransMechatronic.de) vor.

11.-12. März 2008, Karlsruhe

##### **HANNOVER MESSE 2008**

Zehn internationale Leitmesse, 5100 Aussteller und mehr als 60 Länder waren auf der HANNOVER

MESSE 2008 vertreten. Seit 60 Jahren ist sie der führende Marktplatz für wegweisende Technologien, Werkstoffe und Ideen. Das Hauptaugenmerk lag auf den Schwerpunkten Energietechnik und Energieeffizienz, Industrieautomation und Forschung. Genauso wichtig wie die Innovationen der Zukunft wird auf der HANNOVER MESSE 2008 die industrielle Anwendung neuer Technologien erachtet. Der Besucher erfährt einen branchenübergreifenden Überblick. Die Fachgruppe stellte das Verbundprojekt InZuMech und den am Heinz Nixdorf Institut entwickelten autonomen Miniaturroboter vor.

20.-24. April 2008, Messegelände, Hannover.

##### **Ideenpark 2008**

Der Ideenpark war eine Technik-Erlebniswelt für Familien, Kinder und junge Erwachsene. Die Veranstaltung bot auf 40.000 m<sup>2</sup> über 200 zum Teil interaktive Exponate rund um das Thema Technik. Ein Ziel war, junge Menschen für Technik zu begeistern und sie zu einem ingenieurwissenschaftlichen Studium oder einer technischen Berufsausbildung zu motivieren. Dazu leistete die Fachgruppe als Teil des Teams der Neuen Bahn-Technik Paderborn (NBP) ihren Beitrag, indem sie das RailCab-System der Öffentlichkeit vorstellte. Als Highlight wurde das neu entwickelte sturzvariable Einzelachsfahrwerk des RailCab-Systems präsentiert und dessen Funktion durch eine interaktive Computergrafik-Anwendung erläutert.

17.-25. Mai 2008, Neue Messe Stuttgart

##### **7. Paderborner Workshop „Augmented und Virtual Reality in der Produktentstehung“**

Forum für Entwickler und Anwender aus Forschung und Industrie zum Austausch und zur Diskussion aktueller Ergebnisse im Bereich der Grundlagen und Anwendungen der VR/AR-Technologie.

5.-6. Juni 2008, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn

##### **Automatica 2008**

Die Fachgruppe stellte auf der Automatica 2008 das Verbundprojekt InZuMech sowie das Internet-Fachprotal [www.TransMechatronic.de](http://www.TransMechatronic.de) im Rahmen des Gemeinschaftsstands „Mechatronic Airport“ vor. Der „Mechatronic Airport“ stand bildlich für eine Reiseplanung des Maschinenbaus in Richtung Mechatronik mit Beratung, Flugbuchung und Sicherheitseinweisung. Es wurden die Ansätze, Planung und Realisierung einer mechatronischen Vorgehensweise in Assembly, Robotics und Vision aufgezeigt.

24.-27. Juni, München

##### **8. Internationale Kongress Molded Interconnect Devices 2008**

Der 8. Internationale Kongress Molded Interconnect Devices 2008 ist die weltweit größte Veranstaltung zum Thema MID und bildet so ein international anerkanntes Portal zum Erfahrungsaustausch im Bereich räumlich spritzgegossener Schaltungsträger. Dieses Jahr standen insbesondere zahlreiche Serienanwendungen im Mittelpunkt. In 25 Fachvorträgen, einer Fachausstellung und mehreren geführten Besichtigungen bei Firmen und Instituten wurde die große Bandbreite möglicher Anwendungen der Technologie MID präsentiert. Die Fachgruppe war mit einem Fachvortrag vertreten und stellte den am Heinz Nixdorf Institut entwickelten autonomen Miniaturroboter vor. Das Gehäuse des Miniaturroboters stellt das derzeit komplexeste MID-Bauteil der Welt dar.

24.-25. September 2008, Stadthalle, Fürth



#### 4. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung – In Kooperation mit acatech

Die Veranstaltung bietet ein jährlich stattfindendes Forum, in dem Fachleute ihre Arbeiten auf dem Gebiet der strategischen Produkt- und Technologieplanung präsentieren, zur Diskussion stellen und den Erfahrungsaustausch pflegen können. Die Veranstaltung richtet sich an Entscheidungsträger und Entscheidungsträgerinnen aus Unternehmen, die sich mit der Gestaltung des Geschäfts von morgen befassen sowie an maßgebende Persönlichkeiten aus einschlägigen Instituten.

30.-31. Oktober 2008, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften

#### Jahrestagung des Berliner Kreises

Die Jahrestagung des Berliner Kreises – Wissenschaftliches Forum für Produktentwicklung e.V., fand am 14. November 2008 auf Einladung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Martin Eigner in Kooperation mit der Siemens AG, Corporate Technology (www.siemens.de) in München-Neuperlach statt. Am Nachmittag der Jahrestagung stand eine interessante Exklusiv-Führung durch die BMW-Welt auf dem Programm. Abgerundet wurde die Veranstaltung von einer festlichen Abendveranstaltung in der BMW-Welt. Im Rahmen der Jahrestagung tauschen sich Führungspersönlichkeiten aus der Industrie und Vertreter der 28 Mitgliedsinstitute des Berliner Kreises über neueste Entwicklungen im Zusammenhang mit dem Produktentstehungsprozess aus. Herr Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier ist Geschäftsführer des Berliner Kreises.

14. November 2008, München-Neuperlach

#### Innovationswerkstatt 2008 - Strategische Produktplanung praktizieren

Die Innovationswerkstatt 2008 fand am 23. und 24. Januar 2008 in Solingen statt. Sie bietet Führungspersönlichkeiten des Maschinenbaus und verwandter Branchen die Gelegenheit, Success-Stories strategisch agierender namhafter Unternehmen kennenzulernen und ausgewählte Methoden der strategischen Produktplanung in Fallstudien praktisch anzuwenden.

Insgesamt 40 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus der Industrie erarbeiteten bei der Innovationswerkstatt 2008 Konzepte für den Werkzeugwagen der Zukunft. Die Teilnehmer begrüßten die Kombination aus Vorträgen und praktischer Arbeit in Workshops. Die Aufgabenstellung stammte von der Fa. Gedore, einem Hersteller von hochwertigen Werkzeugen und Werkzeugablagensystemen.

23. und 24. Januar 2008, Solingen

#### 1. Aktionstag der deutschen Investitionsgüterindustrie: Innovationen gegen Produktpiraterie

Die Bedrohung der deutschen Investitionsgüterindustrie durch Produktpiraterie nimmt stetig zu. Seit Januar 2008 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Forschungsoffensive „Innovationen gegen Produktpiraterie“ zehn Verbundforschungsprojekte sowie die begleitende Transfermaßnahme Conlmit (Contra Imitatio). Der durch Conlmit organisierte Aktionstag informierte über aktuelle und zukünftige Möglichkeiten des Schutzes vor Produktpiraterie. Er richtete sich an betroffene, bedrohte und interessierte Unternehmen. Eine begleitende Fachausstellung informierte über das Phänomen Produktpiraterie sowie existierende Initiativen und bot die Möglichkeit des Erfahrungsaustausches. Über 300 Vertreter aus Industrie, Forschung und Politik nahmen das Angebot an.

22. Januar 2008, Haus der Deutschen Wirtschaft, Berlin

#### Regionaler Erfahrungsaustausch: Innovationen gegen Produktpiraterie

In Kooperation mit dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) organisiert die Transfermaßnahmen Conlmit (Contra Imitatio) regelmäßig ein Erfahrungsaustausch zum Thema Produktpiraterie statt. Leitende Angestellte der Mitgliedsunternehmen des VDMA werden zunächst durch Plenumsvorträge rechtliche und technische Schutzmöglichkeiten vor Produktpiraterie informiert. Im Anschluss werden die Inhalte in persönlichen Gesprächen zwischen Referenten und Teilnehmern aufgegriffen und vertieft.

ErFa NRW, 9. April 2008, Dortmund

ErFa Sachsen/Bayern, 29. April 2008, Suhl

ErFa Hessen/ Rheinland, 4. Juni 2008, Frankfurt am Main

ErFa Nord, 4. Dezember 2008, Hannover

#### Informationstage: Innovationen gegen Produktpiraterie

Kernaufgaben der Transfermaßnahmen Conlmit (Contra Imitatio) ist das Sensibilisieren von betroffenen, gefährdeten und interessierten Unternehmen der Investitionsgüterindustrie bezüglich der von Produktpiraterie ausgehenden Gefahren sowie das Informieren über existierende Möglichkeiten des Schutzes. Dieser Aufgabe kommt Conlmit durch die Teilnahme an Informationstagen zu dem Thema „Schutz vor Produktpiraterie“ nach, in dessen Rahmen in Form von Plenumsvorträgen sowohl die Forschungsoffensive „Innovationen gegen Produktpiraterie“ als auch die daran beteiligten Verbundforschungsprojekte vorgestellt werden. Im Anschluss wird in persönlichen Gesprächen mit den Teilnehmern aufgezeigt, wie ein wirksamer Schutz vor Produktpiraterie für produzierende Unternehmen erreicht werden kann.

VDMA: Fachverband Verpackungsmaschinen, 12.

März 2008, Würzburg

VDMA: Geschäftsführer der Fachverbände, 17. März

2008, Frankfurt am Main

Bundesverband Mittelständische Wirtschaft: Meeting

Mittelstand, 24. Juni 2008, Gütersloh

manroland AG: PraxisDialog, 17. September 2008,

Offenbach

VDMA: Informationen schützen – Know-how!, 13.

Oktober 2008, Frankfurt am Main

#### Fachmessen, Fachtagungen, Symposien: Innovationen gegen Produktpiraterie

Im Rahmen von Fachmessen, Fachtagungen und Symposien präsentiert Conlmit sowohl die Bekanntmachung „Innovationen gegen Produktpiraterie“ als auch die daran beteiligten Verbundforschungsprojekte. Im Vordergrund steht hierbei das Informieren und Sensibilisieren von betroffenen, gefährdeten und interessierten Unternehmen der Investitionsgüterindustrie bezüglich der von Produktpiraterie ausgehenden Gefahren. In persönlichen Gesprächen werden die vielfältigen existierenden Möglichkeiten des Schutzes vor Produktpiraterie aufgezeigt. Unterstützt wird dies durch eine Ausstellung welche aufzeigt, wie schwer sich oftmals originale und gefälschte Investitionsgüter auseinander halten lassen.

7. Internationales Heinz Nixdorf Symposium,

20.-22. Februar 2008, Paderborn

9. Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsfor-

schung,

11.-12. März 2008, Karlsruhe

6. APM Kongress, 15. April 2008, München

Hannover Messe Industrie, 21.-25. April 2008, Hannover

AUTOMATICA, 10.-13. Juni 2008, München

3. Deutscher Maschinenbaugipfel, 14.-15. Oktober 2008, Berlin

SPS/IPC/Drives, 25.-27. November 2008, Nürnberg

#### VDMA Informationsveranstaltung „Zuverlässigere mechatronische Systeme“

Im Rahmen der Informationsveranstaltung "Zuverlässigere mechatronische Systeme" wurden Ergebnisse laufender Forschungsprojekte der Themenfelder "Werkzeuge und Verfahren für eine modellgestützte synchronisierte Projektentstehung" und "Prüf-, Test- und Diagnoseverfahren und -systeme für Produktentwicklung, Produktion und Betrieb mechatronischer Systeme" präsentiert. Die Fachgruppe stellte begleitend die Zwischenergebnisse des Verbundprojekts InZuMech sowie das Internet-Fachportal www.TransMechatronic.de vor.

7. November 2008, Frankfurt/Main

#### 7. Internationales Heinz Nixdorf Symposium "Selbstoptimierende mechatronische Systeme: Die Zukunft gestalten"

Das internationale Heinz Nixdorf Symposium wird mit wechselnden Themenschwerpunkten im Zweijahres-Rhythmus veranstaltet und richtet sich an Fachleute aus Wirtschaft und Wissenschaft, die sich über den aktuellen Stand der Forschung im Bereich Produktentwicklung informieren möchten. In diesem Jahr lag der Schwerpunkt auf den zukünftigen Systemen des Maschinenbaus und verwandter Branchen, die über eine inhärente Teilintelligenz verfügen werden.

20. und 21. Februar 2008, Heinz Nixdorf Museums-Forum, Paderborn

#### Patente, Preise, Auszeichnungen

##### Preisträger des Spitzentechnologiewettbewerbs „Hightech.NRW“

Die Projektidee „Benchmark Virtual Prototyping und Simulation: Instrumentarium zur Analyse und Optimierung des Einsatzes von Virtual Prototyping und Simulation (VPS) im Produktentstehungsprozess“ hat sich erfolgreich im Spitzentechnologiewettbewerb „Hightech.NRW“ behauptet. Es ist eines von zwölf Projekten, die unter 100 Bewerbern ausgewählt worden sind. Ziel des Projektes ist ein Verfahren zur VPS-Bedarfsanalyse und damit verbunden zur VPS-Ertüchtigung. Das Verfahren ermöglicht Unternehmen, den eigenen VPS-Leistungsstandard zu analysieren und Verbesserungspotentiale zu identifizieren.

#### Weitere Funktionen

- Geschäftsführer und Vorstandsmitglied des Berliner Kreis – Wissenschaftliches Forum für Produktentwicklung e.V.
- Aufsichtsratsvorsitzender der UNITY AG – Unternehmensberatung für Strategien, Prozesse, Technologien und Systeme
- Mitglied von acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN; Seit 2008 Mitglied des Präsidiums.
- Leitung des acatech-Themennetzwerks "Produktentstehung"
- Mitglied des Aufsichtsrats der Sterling SIHI GmbH
- Dekan der Fakultät für Maschinenbau der Universität Paderborn von 1999 bis 2008.
- Sprecher des 2002 eingerichteten Sonderforschungsbereiches 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“.

## Spin-Offs

### UNITY

Die UNITY ist eine technologieorientierte Unternehmensberatung für Strategien, Prozesse, Technologien und Systeme. Die Schwerpunkte der Beratungsleistungen sind: die Kunden von der innovativen Produktidee bis zum Erfolg im Markt zu unterstützen, eine hohe Produktivität in der Leistungserstellung sicherzustellen und Veränderungsprozesse der Kunden durch technisches und betriebswirtschaftliches Fachwissen sowie durch geschäftsorientiertes Prozess- und IT-Management erfolgreich zu gestalten. Zu unseren Kunden zählen mittelständische Unternehmen sowie internationale Industriekonzerne. Mit 145 Mitarbeitern erzielte die UNITY im Geschäftsjahr 2007/2008 einen Umsatz von 17,9 Mio. Euro. Niederlassungen befinden sich in Berlin, Hamburg, München, Paderborn und Stuttgart sowie in Kairo, Wien und Zürich.  
<http://www.unity.de>

### FASTEC GmbH

Die 1995 gegründete FASTEC GmbH ist ein IT- und Engineering-Unternehmen mit Software- und Systemlösungen für Transfersystem-Anbieter und produzierende Unternehmen. FASTEC deckt zwei eng miteinander verzahnte Bereiche ab:  
- Produktionsmanagement mit MDE-/BDE-Lösungen für die Produktion (MDE, BDE, OEE, easyOEE, Tracking & Tracing etc.), ERP-Anbindung, Rechnermodellierung von verketteten Anlagen und Digitale Fabrik.  
- Materialflussautomation mit Steuerungstechnik, Materialflussrechnern und Simulationslösungen (Stichwort "Virtuelle Inbetriebnahme"). Mit 23 Ingenieuren, Informatikern und Fachkräften setzt FASTEC, Mitglied im OWL Maschinenbau, sich seit über 13 Jahren für die Optimierung von Produktionsbetrieben und deren Standortsicherung ein.  
<http://www.fastec.de> und <http://www.easyOEE.de>

### Scenario Management International AG – ScMI AG

Die ScMI AG ist eine 1998 gegründete Aktiengesellschaft für Zukunftsgestaltung und strategische Unternehmensführung. Die ScMI AG unterstützt Unternehmen und Organisationen bei der Entwicklung realistischer Zukunftsszenarien und visionärer Strategien sowie der Gestaltung und Umsetzung strategischer Führungs-, Früherkennungs- und Innovationsprozesse.  
<http://www.scmi.de>

### myview systems GmbH

Mit über 10 Jahre Erfahrung im Bereich der datenbankgestützten Produktkommunikation zählt myview systems zu den etabliertesten Anbietern von Produkten und Lösungen zum Katalog- und Produktinformationsmanagement. Gemeinsam mit unseren OEM- und Dienstleistungspartnern bieten wir unseren Kunden eine Produktfamilie mit einer umfassenden Funktionsbreite und -tiefe sowie ein Know-how-Netzwerk, die zusammen alle Aspekte bei der Umsetzung einer globalen, datenbankgestützten Produktkommunikation abdecken können. Durch konsequente Ausrichtung unserer Produkte auf die Webtechnologie und offene Standards eröffnen sich für unsere Kunden darüber hinaus innovative Betriebs- und Nutzungsmodelle in verteilten Prozessen ohne arbeitsplatzbezogene Mehrkosten.  
<http://www.myview.de>

### Smart Mechatronics GmbH

Die Smart Mechatronics GmbH ist spezialisiert auf

Entwicklungsdienstleistungen in den Bereichen Mechatronik, Elektronik und Embedded Software. Als Spin-Off Unternehmen der UNITY, des Heinz Nixdorf Instituts der Universität Paderborn und Prof. Dr. Carsten Wolff, Fachhochschule Dortmund verfügt die Smart Mechatronics GmbH über einen exzellenten Background. Als Mechatronik-Dienstleister steht Smart Mechatronics für innovatives Ingenieurwissen, selbstständiges Arbeiten, Zuverlässigkeit und Dömaenintegration in der Entwurfs- und Realisierungsphase mechatronischer Systeme.  
<http://www.smartmechatronics.de/>

## Aktuelle Forschungsprojekte

### SFB 614: Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus

Ziel ist, die Grundlagen und Potentiale der Selbstoptimierung zu erforschen, sie anhand eines Demonstrators zu verifizieren und deren Entwicklung durch eine umfassende Entwicklungsmethodik zu unterstützen. Der Lehrstuhl ist an folgenden Teilprojekten maßgeblich beteiligt: TP A2: Verhaltensorientierte Selbstoptimierung; TP B2: Entwurfsmethodik; TP B3: Virtual Prototyping.  
Förderinstitution: DFG

### SFB TR 30: Prozessintegrierte Herstellung funktional gradierter Strukturen auf Basis thermo-mechanisch gekoppelter Phänomene

Das Ziel des Sonderforschungsbereichs sind neue Verfahren der Metall- und Kunststoffformgebung, die eine Herstellung neuartiger Produkte ermöglichen, deren Eigenschaften sich am jeweiligen Anspruchsprofil orientieren. So genannte funktional gradierte Strukturen sind insbesondere für die Automobil- und Luftfahrtindustrie interessant, weil sie eine optimale Anpassung der Bauteileigenschaften an verschiedenen Stellen in einer einzelnen Struktur ermöglichen und somit neue Möglichkeiten für den Leichtbau eröffnen. Der Lehrstuhl ist am Teilprojekt D5 beteiligt. Ziel des Teilprojekts ist die Planungsunterstützung und Optimierung der Herstellprozesse funktional gradierter Bauteile.  
Förderinstitution: DFG

### Neue Bahntechnik Paderborn

Ziel ist die Entwicklung eines neuartigen Bahnsystems, das moderne Fahrwerkstechnologie mit den Vorteilen des Transrapid und der Nutzung der bestehenden Bahntrassen vereint. Schwerpunkt der Aktivitäten: Entwicklung und Visualisierung von Fahrzeug- und Bahnhofskonzepten; Systemstrategie.  
Förderinstitutionen: Land NRW / Universität Paderborn

### Verteilte Visualisierung und Simulation VISSIM

Im Rahmen der Zielvereinbarung VISSIM werden Methoden und Werkzeuge für die verteilte Visualisierung und Simulation entwickelt. Anwendungsbeispiel ist eine Virtual Prototyping Plattform für die verteilte, virtuelle Erprobung von mechatronischen Fahrzeugkomponenten.  
Förderinstitutionen: Land NRW

### Miniaturreboter BeBot

Die Produktentstehung miniaturisierter mechatronischer Systeme soll mit einer Entwicklungsumgebung unterstützt werden. Die Entwicklungsumgebung soll eine Vorgehenssystematik, Spezifikationstechniken, Methoden und Softwarewerkzeuge umfassen. Im Rahmen des Projektes wird als Demonstrator ein miniaturisierter Roboter entwickelt und als Prototyp

gefertigt, der mittelfristig als Forschungsplattform für unterschiedliche Anwendungen dienen soll.

### wearIT@work

Das Projekt wearIT@work erforscht und entwickelt industrietaugliche Wearable-Computing-Lösungen für die Anwendungsfelder Produktion von Autos (Skoda), Wartung von Hubschraubern (EADS), medizinische Versorgung im Krankenhaus (gespag) und Notfallintervention (Pariser Feuerwehr). Die Fachkräfte in diesen Bereichen sollen durch extrem mobile oder auch in die Kleidung integrierte Informations- und Kommunikationssysteme unmittelbar in ihren Arbeitsprozessen unterstützt werden.  
Förderinstitution: Europäische Union

### TransMechatronic

Ziel der Maßnahme ist ein umfassendes Instrumentarium für den Transfer der Technologie Mechatronik in die industrielle Praxis. Es wird ein Informationssystem aufgebaut, das den Stand der Technik im Bereich Mechatronik aufdeckt und als Internet-Portal „TransMechatronic.de“ betrieben wird. Darauf aufbauend erfolgt ein übergreifender Transfer, bspw. in Form von Newslettern und Messeauftritten. Ergänzend zu den genannten Arbeiten wird ein Entwicklungs-Benchmark konzipiert. Hier geht es darum, einem Unternehmen seine spezifischen Potentiale auf dem Gebiet Mechatronik zu verdeutlichen und Strategien zu erarbeiten, diese Potentiale auszuschöpfen. Ein Weiterbildungsangebot ergänzt die Maßnahmen.  
Förderinstitution: BMBF

### System Integration Lab – CENTRONIC

Im Rahmen der Zielvereinbarung System Integration Lab soll mittelfristig das Dienstleistungszentrum CENTRONIC für die Entwicklung und Fertigung komplexer mechatronischer Produkte gegründet werden. Neben Aus- und Weiterbildung werden Industrieunternehmen bei der Technologiebewertung und -auswahl sowie bei der Entwicklung neuer Produkte unterstützt.  
Förderinstitution: Land NRW

### InZuMech

Ziel des Verbundprojekts InZuMech ist ein Instrumentarium für die frühzeitige Zuverlässigkeitsanalyse mechatronischer Systeme. Dies besteht aus Verfahren und Werkzeugen, die den Entwickler unterstützen, ausgehend vom Modell der Prinziplösung die möglichen Beeinflussungen zwischen Systemkomponenten zu identifizieren und Zuverlässigkeitsanalysen für das Gesamtsystem durchzuführen. Das Instrumentarium soll anhand der Entwicklung von mehreren innovativen mechatronischen Produktkonzepten bei Industriepartnern erarbeitet und erprobt werden. Ziel ist primär die Erstellung eines umfassenden Modells der Prinziplösung. Die im Verbundprojekt erarbeiteten Ergebnisse sollen durch Veröffentlichungen (Konferenzen, Fachbuch), den fachlichen Austausch in Gremien, Aus- und Weiterbildungsangebote sowie die Informationsplattform TransMechatronic multipliziert werden.  
Förderinstitution: BMBF

### ConImit

Im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung verfolgt das BMBF mit der Bekanntmachung „Innovationen gegen Produktpiraterie“ das Ziel, einen Beitrag für einen wirksamen Schutz der Investitionsgüterindustrie vor Produktpiraterie zu leisten. Als Begleitmaßnahme für die geförderten Verbundforschungsprojekte unterstützt ConImit deren Außendarstellung und den Transfer der Forschungs-

ergebnisse in die nicht geförderte Industrie. Ziel ist der Aufbau eines Netzwerkes von Wissensträgern, welche betroffene und gefährdete Unternehmen bei der Realisierung von individuellen Schutzkonzeptionen gegen Produktpiraterie unterstützen.  
Förderinstitution: Land BMBF

#### Die Zukunft der Bildverarbeitungsindustrie

Im Rahmen eines Projektes mit einem renommierten deutschen Verband wird die Zukunft der Bildverarbeitungsindustrie systematisch vorausgedacht. Zum einen werden zukünftig relevante Geschäftsfelder identifiziert, zukünftige Technologien beschrieben und deren Einsatz in den Branchenmarktleistungen von morgen beschrieben. Die Mitgliedsunternehmen des Verbands – insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen – werden in die Lage versetzt, künftig strategische Planung systematisch betreiben zu können. Dies wird durch die Bereitstellung eines Transferinstrumentariums zur rationellen Erstellung von Markt- und Umfeldszenarien gewährleistet.  
Förderinstitution: führender deutscher Verband

#### VireS

In dem Verbundprojekt VireS wird ein Instrumentarium zur integrativen Entwicklung von Produkt und Produktionssystem unter frühzeitiger Berücksichtigung der Aspekte Kosten und Robustheit entwickelt. Das Instrumentarium besteht aus Vorgehensmodellen, Spezifikationstechniken und Bewertungswerkzeugen und wird in vier anspruchsvollen Innovationsprojekten erprobt. Es soll den Entwickler unterstützen, robustere Produkte schneller und kostengünstiger zu entwickeln und zu produzieren. Das Instrumentarium wird durch die beteiligten Software- und Beratungspartner nach Abschluss des Projekts kommerzialisiert. Durch eine Kooperation mit Herstellern von verbreiteten Softwaresystemen (ERP, PLM etc.) im Rahmen eines Industriearbeitskreises wird sichergestellt, dass sich das Instrumentarium in die gängigen IT-Landschaften der deutschen Industrie einbettet und verbreitet wird.  
Förderinstitution: BMBF

#### Transferprojekt T1 „Spezifikationstechniken – Domänenübergreifende Modellierung von Prinziplösungen“

Ziel ist das im SFB 614, Teilprojekt B2, erarbeitete Set an Spezifikationstechniken zur Beschreibung der Prinziplösung selbstoptimierender Systeme für industrielle Anwendungen anzupassen. Das Modellieren mit den Spezifikationstechniken soll die Entwickler unterstützen, grundlegende Eigenschaften bzgl. Aufbau und Funktionsweise des Systems schon während der Konzipierung zu berücksichtigen sowie zu dokumentieren und die Kommunikation sowie Kooperation innerhalb interdisziplinärer Entwicklungsteams zu verbessern. Die Erprobung und Validierung erfolgt in Kooperation mit dem Pumpenhersteller Sterling Industry Consult GmbH.  
Förderinstitution: DFG

### Aktuelle Industriekooperationen

#### OWL Kompetenzzentrum Virtual Prototyping & Simulation

Ziel ist der Aufbau eines virtuellen Kompetenzzentrums zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen der Region Ostwestfalen-Lippe (OWL). Im Fokus von OWL ViProSim steht die Vermittlung von Wissen über Methoden und Werkzeuge des Vir-

tual Prototyping und Simulation.  
Partner: OWL MASCHINENBAU e.V.

#### VPS-QuickCheck

Der VPS-QuickCheck zeigt auf Basis einer Analyse des Produktentstehungsprozesses die Einsatzpotentiale für Virtual Prototyping und Simulation im betrachteten Unternehmen auf. Insgesamt wurden in drei KMU der Region OWL VPS Quickchecks durchgeführt.

Partner: Wirtschaftsentwicklungsgesellschaft Bielefeld (WEGE mbH)

#### Wie funktioniert das Internet?

Ziel ist die Konzeption und Realisierung eines multimedialen, interaktiven VR-Exponats zur Erläuterung der Funktionsweise des Internets. Ausgangsbasis bildet das Exponat „Ein Besuch im Computer“, das für das Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn entwickelt wurde.

Partner: Museo Elder, Las Palmas, Gran Canaria

#### Ein Besuch im Computer (BIC)

Ziel ist die Konzeption und Realisierung eines multimedialen VR-/AR-Exponats zur Erläuterung der Funktionsweise des Computers und des Internets.  
Auftraggeber: Heinz Nixdorf MuseumsForum

#### AR-basiertes Prototyping in der Fahrzeugentwicklung

Bei der Konzeption neuer Fahrzeugmodelle werden heute reale Prototypen eingesetzt. In vielen Fällen existieren jedoch keine vollständigen realen Prototypen. Lediglich Teilkomponenten sind vorhanden. Weitere Komponenten wie Karosserie, Innenausstattung stehen lediglich als 3D-Modelle im Rechner zur Verfügung. Mittels eines AR-Systems werden virtuelle Fahrzeugbauteile auf reale Fahrzeugprototypen eingeblendet, um Reviews zu unterstützen und Designalternativen zu visualisieren.

Partner: Volkswagen Nutzfahrzeuge AG

#### Virtuelle Erprobung innovativer Scheinwerfersysteme

Auf Basis des VR-Fahrsimulators „Virtual Nightdrive“ wurde ein Demonstrator zur interaktiven Visualisierung eines vorausschauenden Kurvenlichts bei KFZ-Scheinwerfern entwickelt. Das System stellt anschaulich die Funktionsweise dieser neuen Technologie dar und erleichtert so die Optimierung der Steueralgorithmen im Rechner.

Partner: Visteon Deutschland GmbH

#### Produktpräsentation mit Augmented Reality

Ziel ist die Entwicklung eines Augmented Reality basierten Präsentationssystems für die innovative Präsentation von erklärungsbedürftigen Produkten. Im Rahmen eines Industrieprojektes wurde ein Präsentationssystem für Möbelbeschläge konzipiert und prototypisch umgesetzt.

Auftraggeber: Hettich Holding GmbH & Co. oHG

#### Strategische Produktplanung für die Gerätetechnik

Gegenstand des Vorhabens ist die Weiterentwicklung der Marktleistungen des Auftraggebers (Produkte und Dienstleistungen), um die Voraussetzung für das geplante Umsatzwachstum zu schaffen und die nachhaltig positive Entwicklung des Unternehmens zu sichern. Ziel des Vorhabens ist ein Erfolg versprechendes Produktportfolio, aus dem hervorgeht, mit welchen Produkten der Auftraggeber ein nachhaltiges Umsatzwachstum erzielen kann. Um dieses Ziel zu erreichen, werden einschlägige und auf den Mittelstand adaptierte Methoden und Werkzeuge der strategischen Pro-

duktplanung eingesetzt.

Auftraggeber: Ausrüster der Energieversorgungsbranche

#### Funktionsorientiertes Product Lifecycle Management System

In diesem Projekt sollen Lösungskonzepte für eine methodische und IT-technische Unterstützung einer funktionsorientierten Arbeitsweise in einem Product Lifecycle Management System erarbeitet und prototypisch umgesetzt werden. In einem ersten Schritt sollen in erster Linie E/E-Systeme betrachtet werden. In einem weitergehenden Schritt sollen die Konzepte auf mechatronische Systeme ausgeweitet werden. Im Sinne einer vollständigen Betrachtung soll zusätzlich untersucht werden, ob die erarbeiteten Lösungskonzepte auch auf die Domäne der Mechanik anwendbar sind. Zusätzlich wird ein Austausch mit PLM-Systemanbietern angestrebt, um gegebenenfalls Einfluss auf die Weiterentwicklung der PLM-Systeme nehmen zu können.

Auftraggeber: Unternehmen der Automobilbranche

#### Strategische Technologieplanung mit der Innovations-Datenbank für die elektrische Antriebstechnik

In diesem Projekt wird ein vom Heinz Nixdorf Institut entwickeltes Verfahren zur strategischen Produkt und Technologieplanung beim Auftraggeber etabliert. Es unterstützt den Auftraggeber bei der effizienten Weiterentwicklung der Marktleistung im Spannungsfeld aus Market Pull und Technology Push. Das Verfahren basiert auf der vom Heinz Nixdorf Institut entwickelten Innovations-Datenbank und Methoden zur Erzeugung und Aktualisierung der Inhalte sowie der anschaulichen Darstellung der Inhalte bspw. in Form einer Innovation-Roadmap.

Auftraggeber: Hersteller elektrischer Kleinantriebstechnik

#### Neuplanung eines Produktionssystems für die Herstellung chemisch-technischer Produkte

Gegenstand des Vorhabens ist die Neuplanung der Produktion eines Herstellers chemisch-technischer Produkte. Die Neuplanung basiert auf einer Analyse der Geschäfts- und Fertigungsprozesse. Dabei gilt es Verschwendung bzw. ineffizienten Materialeinsatz zu identifizieren. Es sind insbesondere Lösungskonzepte für die wirtschaftliche und materialeffiziente Fertigung von Produkten zu identifizieren, die künftig den Kern der Marktleistung bilden werden. Besonderes Gewicht wird auf effiziente Produktionsprozesse, -abläufe und -mittel sowie eine optimale Nutzung der vorhandenen räumlichen Gegebenheiten gelegt.

Auftraggeber: Hersteller chemisch-technischer Produkte

#### Instrumentarium zur rationellen Erstellung von Markt- und Umfeldszenarien für das Geschäft mit Antriebstechnik

Gegenstand des Vorhabens ist die Entwicklung einer Informationsbasis für die Szenario-Technik. Ziel ist, die beteiligten Unternehmen in die Lage zu versetzen, Zukunftsszenarien präzise, kostengünstig und schnell zu erstellen. Dafür werden eine Informationsbasis mit globalen Einflussfaktoren der Bereiche Gesellschaft, Technologie, Politik, Umwelt und Ökonomie, branchenspezifische Einflussfaktoren sowie ein Software-Werkzeug bereitgestellt. Die Informationsbasis erlaubt es, die notwendigen Informationen zur Szenario-Erstellung mit verhältnismäßig geringem Aufwand zu recherchieren. Mit Hilfe des Software-Werkzeugs können die vorhan-



denen Informationen, ergänzt um unternehmensspezifische Faktoren, leicht zu individuellen Szenarien für ein einzelnes Unternehmen kombiniert werden.

*Auftraggeber: Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA)*

#### *Etablierung eines Innovationsprozesses in einem mittelständischen Unternehmen*

Gegenstand des Vorhabens ist die Erarbeitung eines Innovationsprozesses und eine Unterstützung bei der pilothaften Durchführung des Prozesses. Die Herausforderung liegt darin, den Prozess auf die Belange des mittelständischen Unternehmens abzustimmen und die Mitarbeiter für die Systematik zu gewinnen. Ziel des Vorhabens ist demnach ein auf das Unternehmen zugeschnittener Innovationsprozess, der die strategischen Wachstumsziele des Eigentümers nachhaltig sichert.

*Auftraggeber: Hersteller von Hochspannungsprüf- und Messtechnik*

#### *Chancen in der Medizintechnik*

Gegenstand des Vorhabens ist die systematische Analyse des weltweiten Medizintechnikmarktes und die Identifikation von Wachstumssegmenten. Für diese Wachstumssegmente werden Möglichkeiten erarbeitet, wie der Auftraggeber den Markteintritt in ausgewählte Wachstumssegmente bewerkstelligen kann. Zuvor wird unter Einsatz der Szenario-Technik vorausgedacht, wie sich die Wachstumssegmente auf Basis heute erkennbarer Einflüsse bis zum Jahre 2020 technologisch und marktseitig entwickeln werden.

Ziel des Vorhabens ist eine Studie, die die Chancen für einen Hersteller von Komponenten und Halbleitern umfasst, der mit der Medizintechnik ein neues Marktsegment erschließen wird. Eine Markteintrittsstrategie mit konkreten Produktentwick-

lungsaufträgen rundet die Studie ab.

*Auftraggeber: Namhafter Hersteller von Komponenten und Halbleitern für die Automobilindustrie*

#### *Chancen und Risiken für die Antriebstechnik in der Druckmaschinenindustrie*

Elektrische Kleinst- und Präzisionsantriebe sind elementarer Bestandteil heute etablierter Druckverfahren. Auf dem Markt setzen sich jedoch vermehrt neuere Druckverfahren durch, welche weitgehend ohne elektrische Antriebstechnik auskommen. Der Auftraggeber dieses Projektes, ein führender Anbieter von elektrischen Kleinst- und Präzisionsantrieben, sieht durch diese Entwicklung sein zukünftiges Geschäft bedroht. Gegenstand des Vorhabens ist die systematische Analyse des Geschäfts mit elektrischer Antriebstechnik in der Druckmaschinenindustrie und dessen Umfeld. Mit Hilfe der Szenario-Technik werden schlüssige Zukunftsbilder (Szenarien) entwickelt, die Situationen von Märkten und Umfeldern im Jahre 2018 beschreiben. Das Ziel sind Markt- und Umfelderszenarien für den Einsatz von elektrischen Kleinst- und Präzisionsantrieben und der Druckmaschinenindustrie sowie die Darstellung der Auswirkungen dieser Szenarien auf das zukünftige Geschäft.

*Auftraggeber: Hersteller elektrischer Kleinst- und Präzisionsantriebstechnik*

#### *Optimierung einer Montageinsel für die Schaltermontage*

Gegenstand des Vorhabens ist die Planung, Modellbildung und Simulation einer geplanten Montageinsel für Sicherheitsschalter. An diesem Arbeitsplatz soll in Zukunft die Montage eines Standardschalters des Auftraggebers erfolgen. Zu planen ist die optimale Verteilung der Arbeitsinhalte und die Anzahl eingesetzter Werker, so dass eine optimale Auslastung für die Montageinsel

gewährleistet ist. Mit Hilfe eines Computermodells wird durch Simulation der Montage die optimale Auslegung der Montageinsel ermittelt und dargestellt.

*Auftraggeber: Hersteller von elektronischen und elektromechanischen Systemen und Komponenten für die Industrieautomation*

#### *Analyse und Optimierung des Materialflusses in der Montage einer Möbelfertigung*

Gegenstand des Projektes ist die Optimierung des Materialflusses in der Montage von Tischplatten und Tischgestellen. Auf Basis der Analyse der IST-Situation werden Konzepte zum Layout und dem Materialfluss der Montagehalle erarbeitet. Die unterschiedlichen Materialflusskonzepte werden rechnerintern abgebildet und analysiert. Anschließend werden die Konzepte mit dem Auftraggeber bewertet. Im Rahmen des neuen Konzepts zur Materialbereitstellung für die Montage wird außerdem die Anordnung und das Layout der Arbeitsplätze überarbeitet. Für eine Produktserie des Auftraggebers wird exemplarisch ein Montagearbeitsplatz ausgearbeitet und simuliert. Das Resultat des Projektes sind simulationsfähige Modelle des Materialflusskonzepts sowie eines Montagearbeitsplatzes inklusive der zugehörigen Materialbereitstellung.

*Auftraggeber: Hersteller von Büroeinrichtungen*

*Daneben werden insbesondere im Bereich der strategischen Produkt- und Technologieplanung noch eine Reihe weiterer Projekte mit Industriepartnern durchgeführt. Aus Gründen der Geheimhaltung dürfen diese hier, auch anonymisiert, nicht dediziert aufgeführt werden.*

# Fachgruppe Informatik und Gesellschaft

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

## Publikationen

Blank, M., Bopp, T., Hampel, T., Schulte, J.: Social Tagging = Soziale Suche?, Münster: Waxmann, Februar 2008, Band 47, 85-96

Drážil, P., Pitner, T., Hampel, T., Steinbring, M.: Get ready for Mashability! Concepts for Web 2.0 Service Integration. In: Proceedings of the 10th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2008), June, 12-16, 2008, Barcelona, Spain, 160-167

Erren, P., Niehus, D., Bittner, K., Hoffmann, A., Horstmann, C., Jokoblew, M., Kouroutzidis, A., Maszczyk, C., Pietsch, C., Schröder, M., Shuttleworth, M., Winkelkemper, F. & Yu, L. (2008). Machine-Readable Knowledge Structuring by Using Tagging Techniques. In Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008, pp. 5204-5211

Ferber, F., Gießmann, M., Hampel, T., Schulte, J.: Bringing Together High-Tech Laboratories and E-Learning Infrastructures. In: Proceedings of the 50th International Symposium Electronics and Marine, ELMAR 2008, Zadar, Croatia, 10.-12. September 2008

Gaiser, B., Hampel, T., Panke, S. (Hrsg.): Good Tags – Bad Tags: Social Tagging in der Wissensorganisation, Münster: Waxmann, 2008, Band 47, ISBN: 978-3-8309-2039-7

Hampel, T., Pitner, T., Schulte, J.: Web 2.0 Mashups for Contextualization, Flexibility, Pragmatism and Robustness. In: Proceedings of the 10th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2008), June, 12-16, 2008, Barcelona, Spain, 108-112

Hampel, T., Ferber, F., Gießmann, M., Schulte, J., Pitner, T.: Ant Trails – Enhancing Interoperability and Novel Storage Strategies to Improve Data Processing in E-Science. In: Proceedings of the 25th Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics (DAS), Ceske, Budejovice, 23.-27. September 2008, 83

Keil, R.: Von der Zeichentransformation zur Wissensarbeit. Digitale Medien eröffnen neue Potenziale für die Wissensarbeit. Forschungsforum Paderborn November 2008, Universität Paderborn, 12-17

Kühnel, B., Niehus, D., Schmidt, B.: Inherit Your Tags: Integration of collaborative tagging and tag proposal into knowledge-spaces. In: Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008, AACE, Vienna, Austria, 30. Juni-4. Juli 2008, 4996-5004

Lah, O., Hampel, T., Büse, D., Xu, L.: Xin Neng Yuan – New Energy – New Teaching Methodologies in China. In: K. McFerrin et al. (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2008, Chesapeake, VA. AACE, March, 3-9, 2008, Las Vegas, USA, 2342-2347

Schulte, J., Bopp, T., Hinn, R., Hampel, T.: Wasabi Beans – SOA for Collaborative Learning and Working Systems. In: Proceedings of the Second IEEE International Digital Ecosystems and Technologies Conference, IEEE-Dest 2008, February, 26-29, 2008, Phitsanulok, Thailand, 177-183

Xu, L., Hampel, T., Büse, D.: The Analysis of Web 2.0 Application in University Education in China. In: K. McFerrin et al. (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2008, Chesapeake, VA. AACE, March, 3-9, 2008, Las Vegas, USA, 2403-2409

Schulte, J., Hampel, T., Stark, K., Eder, J., Schikuta, E.: Towards the next Generation of Service-oriented flexible Collaborative Systems A basic Framework applied to Medical Research. In: Proceedings of the 10th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2008), June, 12-16, 2008, Barcelona, Spain, 232-239

Schulte, J., Hampel, T., Gießmann, M., Ferber, F., Stark, K.: Theatrum Machinarum Generale – Schauplatz der digitalen Wissensorganisation, Archivierung und Erschließung. In: Die 6. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik (DeLFI 2008), Lübeck, 7.-10. September 2008, 101-113

Schulte, J., Hampel, T., Bopp, T., Hinn, R., Hampel, T.: Wasabi Framework – An open Service Infrastructure for Collaborative Work. In: Proceedings of the Third International Conference on Semantics, Knowledge and Grid (SKG'07), IEEE Computer Society, Xi'an, China, October 2007, Number 0-7695-3007-9, 242-2487

Stark, K., Schulte, J., Hampel, T., Schikuta, E., Zatloukal, K., Eder, J.: Gatib-CSCW, Medical Research supported by a service-oriented Collaborative System. In: Z. Bellahsene and M. Léonard (Eds.), Proceedings of the 20th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE 2008), Montpellier, France, June 2008, Springer, Volume 5074 of Lecture Notes in Computer Science, 148-162

Tschetschönig, K., Ladengruber, R., Hampel, T., Schulte, J.: Kollaborative Taggingssysteme im Electronic Commerce, Münster: Waxmann, Februar 2008, Band 47, 119-130

## Promotionen

Dr. phil. Sabrina Geißler  
*Mediale Destillation als innovative Qualität sozialer Software – Ein informationstechnischer und medien-theoretischer Ansatz zur Erschließung softwarebasierter Medien.*

Es gibt sowohl im Bereich der Informatik als auch der Medienwissenschaft zahlreiche Projekte, die sich der Erforschung neuer Qualitäten digitaler Medien, insbesondere denen innovativer Webtechnologien, widmen. Im ersten Fall geht es darum, vorwiegend technische Qualitäten herauszustellen, im zweiten Fall stehen gesellschaftliche Restrukturierungsprozesse und der damit verbundene Wandel der Medienlandschaft im Mittelpunkt. Eine Konvergenz aus beiden Ansätzen findet man jedoch kaum. In diesem Spannungsfeld ist die vorliegende Dissertationsschrift entstanden. Das interdisziplinär angelegte Projekt verfolgt das Ziel, Aspekte digitaler Medien sowohl aus einer informatischen als auch kulturwissenschaftlichen Perspektive herauszustellen.

## Weitere Funktionen

Reinhard Keil:

- Wissenschaftlicher Beirat des „Technologiezentrum Informatik (TZI)“, Bremen (seit 1998)
- Wissenschaftlicher Beirat der „Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt (FORBA)“, Wien (seit 2000)
- Mitglied des Beirats „Lernstatt Paderborn“ (seit 2005)
- Wissenschaftlicher Leiter (zusammen mit Prof. Michael Kerres) des „education quality forum (eq)“ Nordrhein-Westfalen (seit 2001)
- Gutachter für den Bereich „Technik“ der Virtuellen Hochschule Bayern (seit 2003)
- Mitglied im Programmkomitee für Medien in der Wissenschaft) Steering Committee (seit 2005)
- Mitglied des Beirats „nestor – Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung“, Frankfurt (seit 2007)
- Gutachter für Information Society Directorate General of the European Commission für das Projekt „apostle – Advanced Process Oriented Self-directed Learning Environment“ (seit 2006)
- Mitglied im Programmkomitee „Multikonferenz Wirtschaftsinformatik – Session Alltagstauglichkeit von Anwendungssystemen und Infrastrukturen“
- Mitglied im Programmkomitee „DeLFI - Deutsche eLearning Fachtagung Informatik“
- Mitglied im Programmkomitee „MuC - Mensch und Computer“
- Mitglied im Programmkomitee „GMW-Jahrestagung“
- Mitglied im Programmkomitee „PerEL - Pervasive ELearning“

Thorsten Hampel:

- Gutachter für die Virtuelle Hochschule Bayern (VHB)
- Gutachter für das Ministerium für Wissenschaft und Forschung NRW – Open-Access-Initiative Digital Peer Publishing NRW
- Mitarbeit im Expertengremium für den Aufbau eines E-Learning-Konzepts für die CDTF – Chinesisch-Deutsche Technische Fakultät Qingdao, China
- Gutachter für den MEDIDA-PRIX – Mediendidaktischer Hochschulpreis der GMW
- Gutachter für das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Hochschule, Innovation und Studienreform
- Gutachter für das Land Bayern – Verbund Sprach-Chancen

## Aktuelle Forschungsprojekte

BID-OWL

Im Rahmen des Projekts „Bildung im Dialog – Ostwestfalen-Lippe“ (BID-OWL) wird eine netzbasierte Arbeitsplattform für Schulen entwickelt, die ein Wissensmanagement im Internet ermöglicht und schulübergreifendes kooperatives Lernen unterstützt.

opensTeam –

Strukturieren von Informationen in einem Team  
open-Team ist der Paderborner Open-Source-Ansatz zur kooperativen Wissensorganisation. Es werden Infrastrukturen und Methoden der Wissensstrukturierung in Gruppen von der Dokumentenverwaltung bis zum E-Learning entwickelt und erprobt.

Locomotion –

Low-Cost Multimedia Organisation and Production  
Das vom BMBF geförderte Projekt Locomotion hat

zum Ziel, die verschiedenen IT-Systeme der Universität Paderborn in den Bereichen Modul- und Prüfungsverwaltung sowie Wissensorganisation in eine integrierte IT-Umgebung einzubetten.

#### *mistel*

Das DFG-Projekt *mistel* hat die Entwicklung einer verteilten Musterarchitektur zur Systemkonvergenz von Wissensorganisation, digitalen Bibliotheken und Planungssystem zum Ziel. Es ist 2007 von der DFG um ein weiteres Jahr verlängert worden. Es wird in Kooperation mit der Universität Duisburg-Essen durchgeführt.

#### *LARS – Lernen auf Reisen Schule*

(in Kooperation mit der Bezirksregierung Detmold und dem Heinz Nixdorf MuseumsForum). In dem Projekt wird eine virtuelle Schule für Kinder aufgebaut, deren Eltern das Jahr über überwiegend unterwegs sind (z. B. Schausteller, Zirkus etc.).

#### *Xin Neng Yuan – New Energy*

In einem Planspiel nehmen deutsche und chinesische Studenten verschiedene Rollen in der Europäischen Union ein und entwickeln gemeinsam eine europäische Strategie zur Bekämpfung der Auswirkungen des Klimawandels. Das Planspiel gliedert sich in Präsenz- und Onlinephasen und bietet so die Möglichkeit, sich kontinentübergreifend über neue Energien auszutauschen.

#### *koaLA – ko-aktive Lern- und Arbeitsumgebung*

Die im Rahmen des Projekts *Locomotion* entwickelte ko-aktive Lernumgebung *koaLA* wird für den universitären Einsatz angepasst und mit zusätzlichen Schnittstellen zur Verwaltung ausgestattet.

*Möglichkeiten und Grenzen der Kombination begrifflicher und grafischer Wissensorganisation: Dynamische Basisontologie und kooperative Semantik*  
Interdisziplinäres Projekt zwischen Philosophie und Informatik, das sich u. a. mit Handlungsschemata in der Wissensarbeit befasst.

#### *Unified Collaboration – Arbeit mit virtuellen Wissensräumen*

Beschaffung einer Ausstattung und Aufbau einer multimedialen Infrastruktur zum ko-aktiven Arbeiten mit High Definition Video.

#### *koPEP – Kooperative Produktentstehungsprozesse*

Kooperative Weiterentwicklung von Produktentstehungsprozessen in Zusammenarbeit mit der Daimler AG.

### Aktuelle Industriekooperationen

**Unger, Welsow & Company GmbH, Paderborn**  
Zusammenarbeit in Bereichen der Software-Ergonomie und der Web-Gestaltung in Kooperation mit verschiedenen anderen Firmen.

#### *InnoZent OWL, Paderborn*

Zusammenarbeit beim Aufbau eines regionalen Kompetenzzentrums eLearning und bei der Analyse und Bewertung der Weiterbildungssuchmaschine NRW im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit des Landes Nordrhein-Westfalen.

#### *Forschungsgemeinschaft Sifa-Langzeitstudie*

Aufbau einer Kooperationsplattform, die den Austausch zwischen Sicherheitsfachkräften aus ganz Deutschland unterstützt.

#### *lernen-hellweg, Soest*

Entwicklung einer Kooperationsplattform, die den Austausch zwischen Frauen in der Hellweg-Region gezielt unterstützt.

#### *kippdata Informationstechnologie GmbH, Bonn*

Es werden Themen aus dem Bereich integriertes Wissensmanagement am Arbeitsplatz gemeinsam bearbeitet.

#### *Creos Lernideen und Beratung GmbH, Bielefeld*

Zusammenarbeit auf dem Gebiet eLearning und online-communities sowie im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie).

#### *Daimler AG, Stuttgart*

Zusammenarbeit in Fragen der Kooperationsunterstützung abteilungs- und firmenübergreifender Geschäftsprozessgestaltung.

#### *RAM Engineering + Anlagenbau GmbH, Gelsenkirchen*

Zusammenarbeit in Fragen der Integration heterogener Systemlandschaften.

#### *ChemKom e. V., Marl*

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie).

#### *Currenta GmbH & Co. OHG, Leverkusen*

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie).

#### *Infracor GmbH (Evonik Degussa GmbH), Marl*

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie).

#### *Industriepark Wolfgang GmbH, Hanau*

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie).

#### *Provdavis Partner für Bildung und Beratung GmbH, Frankfurt*

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie).

#### *Weiterbildungs-Stiftung (WBS), Wiesbaden*

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie).

#### *dSpace, Paderborn*

Zusammenarbeit in Fragen der Kooperationsunterstützung und bei Web-2.0-Anwendungen.

#### *Siemens AG, Siemens IT Solutions and Services, Paderborn*

Zusammenarbeit im Bereich Gebrauchstauglichkeit und Software-Ergonomie.

#### *Vereinigung der Industrie- und Handelskammern in NRW e. V., Düsseldorf*

Gemeinsame Aktivitäten im Bereich eGovernment.

#### *Unity AG, Büren*

Zusammenarbeit im Bereich Kooperationsplattformen und Geschäftsprozessmodellierung.

#### *Schulamt der Stadt Paderborn*

Unterstützung und Beratung beim Ausbau der „Lernstatt Paderborn“.

#### *Schulabteilung der Bezirksregierung, Detmold*

Gemeinsame Aktivitäten und Projekte im Bereich *bid-owl* (Regionales Bildungsnetzwerk Ostwestfalen-Lippe) und LARS (Lernen auf Reisen – Schule).



# Fachgruppe Algorithmen und Komplexität

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

## Publikationen

- Meyer auf der Heide, Friedhelm; Schneider, Barbara: Local Strategies for connecting stations by small robotic networks. In: IFIP International Federation for Information Processing, Volume 268; Biologically- Inspired Collaborative Computing, S. 95-104, Sep. 2008, Springer Boston
- Lürwer-Brüggemeier, Katharina; Ziegler, Martin: On Faster Integer Calculations Using Non-arithmetic Primitives. In: Proc. 7th International Conference on Unconventional Computation (UC'08), Lecture Notes in Computer Science, Band 5204, S. 111-128, 1. Aug. 2008, Springer Verlag
- Ziegler, Martin; Koolen, Wouter M.: Kolmogorov Complexity Theory over the Reals. In: Brattka, Vasco; Weihrauch, Klaus (Hrsg.) Proc. 5th Int. Conf. on Computability and Complexity in Analysis (CCA'08), Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 1. Aug. 2008, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands
- Köhler, Sven; Ziegler, Martin: On the Stability of Fast Polynomial Arithmetic. In: Proc. 8th Conference on Real Numbers and Computers, S. 147-156, 1. Jul. 2008
- Eikel, Benjamin; Fischer, Matthias; Laroque, Christoph: Regelung von Animationen in Simulationen von hochdynamischen Fabriksszenen. In: Gausemeier, Jürgen; Grafe, Michael (Hrsg.) Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, Band 232, S. 193-206, Jun. 2008, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn
- Mahlmann, Peter; Schindelbauer, Christian: Random Graphs for Peer-to-Peer Overlays. In: Meyer auf der Heide, Friedhelm (Hrsg.) The European Integrated Project "Dynamically Evolving, Large Scale Information Systems (DELIS)", Proceedings of the Final Workshop, Nr.222, S. 1-22, 27.-28. Feb. 2008, HNI Verlagsschriftenreihe, Paderborn
- Ziegler, Martin: A Meta-Theory of Physics and Computation. In: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, S. 145. Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) 2008
- Dangelmaier, Wilhelm; Fischer, Matthias; Huber, Daniel; Laroque, Christoph; Suess, Tim: Aggregated 3D-Visualization of a Distributed Simulation Experiment of a Queuing System. In: Mason, S. J. ; Hill, R. ; Moench, L.; Rose, O. (Hrsg.) Winter Simulation Conference (WSC' 08), 2008 IEEE, Omnipress
- Suess, Tim; Fischer, Matthias; Huber, Daniel; Laroque, Christoph; Dangelmaier, Wilhelm: A System for Aggregated Visualization of Multiple Parallel Discrete Event Simulations. In: International Symposium on Advances in Parallel and Distributed Computing Techniques (APDCT-08), 2008 IEEE, IEEE Computer Society Press
- Dangelmaier, Wilhelm; Eikel, Benjamin; Fischer, Matthias; Laroque, Christoph: Dynamic Control of Animation Schemes for the Efficient 3D-Visualization of Material Flow Simulations. In: Industrial Simulation Conference (ISC 2008), S. 306-310 2008 EUROSIS, EUROSIS-ETI
- Degener, Bastian; Gehweiler, Joachim; Lammersen, Christiane: The Kinetic Facility Location Problem. In: Proceedings of the 11th Scandinavian Workshop on Algorithm Theory (SWAT), S. 378-389, 1. Jan. 2008
- Degener, Bastian; Gehweiler, Joachim; Lammersen, Christiane: Kinetic Facility Location. Algorithmica, Jan. 2008
- Degener, Bastian; Gehweiler, Joachim; Lammersen, Christiane: The Kinetic Facility Location Problem. In: Proceedings of the 24th European Workshop on Computational Geometry, S. 251-254, Jan. 2008
- Bienkowski, Marcin; Byrka, Jaroslaw ; Korzeniowski, Mirosław; Meyer auf der Heide, Friedhelm: Optimal Algorithms for Page Migration in Dynamic Networks. Journal of Discrete Algorithms 2008
- Kutyłowski, Jaroslaw; Meyer auf der Heide, Friedhelm: Optimal strategies for maintaining a chain of relays between an explorer and a base camp. Theoretical Computer Science 2008
- Mense, Mario; Scheideler, Christian: SPREAD: An Adaptive Scheme for Redundant and Fair Storage in Dynamic Heterogeneous Storage Systems. In: 19th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA), San Francisco, California, USA, 2008
- Brinkmann, André; Effert, Sascha: Data Replication in P2P Environments. In: 20th ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA), München, Germany 2008
- Gehweiler, Joachim; Meyer auf der Heide, Friedhelm: Bin Packing oder 'Wie bekomme ich die Klammotten in die Kisten?'. In: Taschenbuch der Algorithmen, S. 395-403. Springer-Verlag 2008
- Le Roux, Stephane; Ziegler, Martin: Singular Coverings and Nonuniform Notions of Closed Set Computability. Mathematical Logic Quarterly (MLQ), 54(5): S. 545-560 2008
- Ziegler, Martin: Physically-Relativized Church-Turing Hypotheses: Physical Foundations of Computing and Complexity Theory of Computational Physics. Applied Mathematics and Computation 2008
- Meer, Klaus; Ziegler, Martin: An explicit solution to Post's Problem over the Reals. Journal of Complexity, 23, Jan. 2008
- Meyer auf der Heide, Friedhelm: The European Integrated Project "Dynamically Evolving, Large Scale Information Systems (DELIS)", Proceedings of the Final Workshop, Barcelona, February 27-28, 2008. HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Band 222, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, Jan. 2008

## Promotionen

Dr. rer. nat. Olaf Bonorden

### Versatility of bulk synchronous parallel computing, from the heterogeneous cluster to the system on chip

In dieser Dissertation werden Modelle für parallele Systeme vorgestellt, ein Überblick über Algorithmen für diese Modelle gegeben und effiziente Implementierungen entwickelt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Familie der Bulk Synchronous Parallel Modelle, da diese die Entwicklung portabler, aber trotzdem effizienter paralleler Programme erlauben.

Für die Implementierungen werden zwei Architekturen betrachtet: ein On-Chip-Parallelcomputer und Workstation-Cluster. Mit einem On-Chip-System zeigt die Arbeit, wie das benutzte Modell die Entwicklung applikationsunabhängiger, effizienter, paralleler Systeme unterstützen kann. Auf der anderen Seite des Spektrums paralleler Systeme stehen Workstation-Cluster, auf denen nur freie Rechenkapazitäten genutzt werden. Sie unterscheiden sich vom On-Chip-System durch größere Latenzen, geringere Kommunikationsbandbreite und größeren Arbeitsspeicher. Durch die Heterogenität (z.B. verschiedene Computertypen) und durch die variable, sich ständig ändernde, nutzbare Rechenkapazität der einzelnen Knoten ergeben sich besondere Herausforderungen, z.B. Lastbalancierung. Hierfür wird eine Implementierung vorgestellt, welche mittels virtueller Prozessoren und deren Migration die Last gleichmäßig im Netzwerk verteilt. Exemplarische Implementierungen zeigen, dass die Idee eines allgemeinen Modells funktioniert, d.h., dass ein Algorithmus für dieses Modell zu effizienten Implementierungen auf unterschiedlichen Systemen führen kann.

Dr. rer. nat. Michael Kortzenjan

### Size Equivalent Cluster Trees - Rendering CAD Models in Industrial Scenes

Trotz der Fortschritte, die durch leistungsstarke Beschleunigerkarten erzielt worden sind, bleibt die 3-dimensionale Darstellung großer Szenen, etwa Industrieanlagen, die aus einer Vielzahl von CAD Modellen zusammengesetzt sind, ein anspruchsvolles Aufgabengebiet. Size Equivalent Cluster Trees (SEC-Trees) stellen eine Möglichkeit dar, diesen Schwierigkeiten zu begegnen. SEC-Trees werden erzeugt, indem die Dreiecke eines Objekts zunächst in Gruppen von Dreiecken ähnlicher Fläche eingeteilt und anschließend Cluster innerhalb dieser Gruppen erzeugt werden. Diese Cluster werden wiederum wie größere Dreiecke behandelt und in die Gruppen eingefügt. Die resultierende Hierarchie bildet den SEC-Tree. Pro 3D-Modell wird im Preprocessing ein solcher Baum erstellt und zur Laufzeit gerendert. Dabei wird eine konstant große Anzahl aus allen Dreiecken der Szene zum Rendern anhand einer Gewichtung der Knoten ausgewählt und damit die Navigation durch große Szenen ermöglicht.

Dr. rer. nat. Gunnar Schomaker

### Distributed Resource Allocation and Management in Heterogeneous Networks

In der Arbeit befassen wir uns mit der effizienten Ausnutzung von verteilten und begrenzten Ressourcen. Ein Beispiel hierfür ist die Verteilung von Daten auf Festplatten. Eine besondere Herausforderung stellt hierbei die Anforderung einer prozentual gleichen Ausnutzung über alle Ressourcen ohne das Wissen über den Füllstand aller Anbieter zu benötigen. Ebenfalls soll es möglich sein die Anzahl der Anbieter zu verändern. Die nötigen Schritte zum Erhalt der Balance in der Ausnutzung durch Umplatzierung oder Neuverteilung der Daten sollte dabei so gering wie möglich sein. Um dies zu erreichen haben wir bestehende Verfahren die das Problem für gleich grosse Ressourcen lösen weiterentwickelt und verallgemeinert. Unser DHHT Verfahren bietet verschiedene Methoden um eine balancierte Auslastung unterschiedlich grosser Ressourcen unter den genannten Anforderungen zu erreichen. Des weiteren zeichnen sich DHHTs durch eine einfache Implementierbarkeit und effiziente Integrierbarkeit von weiteren Mechanismen zum Balancieren wie Multiple Choice, umgesetzt in DHHT-RAID, aus. Der Vorteil einer solchen fairen Datenplatzierung liegt in

der effizienten Ausnutzung aller Ressourcen. Dies bedeutet im Anwendungsgebiet der Datenverteilung einer verbesserten Verfügbarkeit von Daten und ein geringen Overhead um die Ressourcen und Daten dezentral zu verwalten.

*Katharina Lürwer-Brüggemeier*

#### **Mächtigkeit und Komplexität von Berechnungen mit der ganzzahligen Division**

In dieser Arbeit werden Berechnungen mit dem Einheitskostenmaß über einer Operationsmenge, die die ganzzahlige Division DIV einschließt, betrachtet. Es werden die Sprachklassen  $CC_n(S)$  der Sprachen  $L \subseteq Q^n$ , die durch S-Berechnungsbäume mit  $S = \{+, -, *, /, \text{DIV}, \text{DIV}_c\}$  erkannt werden, charakterisiert, sie werden für  $S = \{+, -, \text{DIV}_c\}$  und  $S = \{+, -, *, \text{DIV}_c\}$  vollständig, für  $S = \{+, -, \text{DIV}\}$  und  $S = \{+, -, *, \text{DIV}\}$ ,  $n=1$  vollständig und für  $S = \{+, -, \text{DIV}\}$  und  $S = \{+, -, *, \text{DIV}\}$ ,  $n>1$  teilweise charakterisiert. Die Beziehungen zwischen den Sprachklassen  $CC_n(S)$  werden vollständig bewiesen und es werden untere Schranken für solche S-Berechnungsbäume bewiesen. Die erste untere Schranke für  $(\{+, -, *, \text{DIV}\}, Q)$ -CTS führt zu einer doppellogarithmischen Lücke zwischen Polynomauswertung über  $\{+, *\}$  und  $\{+, -, *, \text{DIV}\}$ . Daher stellt sich die Frage, ob Polynome über  $\{+, -, *, \text{DIV}\}$  in  $o(d)$  berechenbar sind. Dies ist mit einem Algorithmus von N. Bshouty in konstant vielen Schritten für endliche Eingabemengen möglich oder für Eingaben aus  $Z^n$ , wenn als weitere Operation die bitweise Konjunktion hinzugenommen wird. Diese Ergebnisse werden zur Beschleunigung der Matrixmultiplikation, der Determinantenberechnung über  $\{+, -, *, \text{DIV}\}$  und der Potenzierung von Matrizen über  $\{+, -, *, \text{DIV}, \text{ggT}\}$  benutzt.

*Dr. rer. nat. Mario Mense*

#### **On Fault-Tolerant Data Placement in Storage Networks**

Wir befassen uns mit der effizienten Platzierung homogener Datenblöcke in statischen und dynamischen Speichernetzwerken (SANs), welche aus ggfs. heterogenen Einzelkapazitäten aufgebaut sind, unter den Anforderungen, dass a) jeder Datenzugriff zu jeder Zeit effizient und schnell bedient wird sowie b) die Zugriffsmöglichkeit auf die Daten dauerhaft und permanent garantiert sind. Dazu werden unterschiedliche, fehlertolerante Strategien zur effizienten Datenplatzierung innerhalb eines SANs vorgestellt, wobei Fehlertoleranz stets durch die Einführung von Redundanz in das System erzeugt wird. Die einzelnen Strategien unterscheiden sich dabei hinsichtlich ihres Speicheroverheads durch die inji-

zierte Redundanz sowie der Möglichkeit, skalierbare und/oder heterogene Kapazitäten der einzelnen Speichersubsysteme zu tolerieren. Wir zeigen durch detaillierte Analysen, dass randomisierte Algorithmen die effiziente Datenverteilung in heterogenen und skalierbaren Systemen bestmöglich realisieren, wohingegen für homogene Systeme, neuartige, fehlertolerante Codes zum Einsatz kommen. Im Gegensatz zu üblichen fehlertoleranten Codes, wie RAID oder Reed-Solomon Codes, weisen die hier vorgestellten Read-Write Codes dabei ein verbessertes Modifikationsverhalten für bereits gespeicherte Daten auf, welche sich insbesondere in SANs vorteilhaft darstellen.

#### **Weitere Funktionen**

*Friedhelm Meyer auf der Heide:*

- Mitglied des Hochschulrats der Universität Paderborn
- Initiator und Koordinator des EU-Integrated Project „Dynamically Evolving Large Scale Information Systems“ (DELIS) (bis Januar 2008)
- Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher „Leopoldina“
- Mitglied des DFG-Fachkollegiums Informatik (bis März 2008)
- DFG-Vertrauensdozent der Universität Paderborn
- Mitglied des Fachbeirats des Max-Planck-Instituts für Informatik, Saarbrücken
- Direktor der NRW-Graduate School of Dynamic Intelligent Systems (einer von drei Direktoren)
- Stellvertretender Vorsitzender des Paderborn Institute for Scientific Computation (PaSCo) und seines Graduiertenkollegs
- Managing Editor des „Journal of Interconnection Networks (JOIN)“, World Scientific Publishing
- Editor der dblp Schriftenreihe „Information Processing Letters“ (IPL)
- Mitglied im Programmkomitee des Workshops „Parallele Algorithmen, Rechnerstrukturen und Systemsoftware (PARS)“, 2008
- Mitglied im Programmkomitee des Workshops ALGOSENSORS, 2008
- Koordinator des ICALP Workshops on Foundations of Information Management in Networks (mit Stefano Leonardi, Rome), 2008
- Mitglied der Bundes-Jury des Bundeswettbewerbs „Jugend Forscht“
- General Chair des ACM-Symposiums „Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA)“

#### **Graduiertenprogramme:**

- HNI-GK: DFG-Graduiertenkolleg „Automatische Konfigurierung in offenen Systemen“
- G-School: NRW Graduate School of Dynamic Intelligent Systems
- Pasco-GK: DFG-Graduiertenkolleg „Wissenschaftliches Rechnen“
- DFG-Graduiertenkolleg "Automatismen - Strukturierung außerhalb geplanter Prozesse in Informationstechnik, Medien und Kultur"

#### **Aktuelle Forschungsprojekte**

*DELIS:* EU-Integrated Project "Dynamically Evolving Large scale Information Systems" (DELIS) (bis März 2008)

*AEOLUS:* EU-Integrated Project "Algorithmic Principles for Building Efficient Overlay Computers" (AEOLUS)

*FRONTS:* EU-Strep "Foundations of Adaptive Networked Societies of Tiny Artefacts"

*DFG-SmartTeams:* DFG-Schwerpunktprogramm 1183 „Organic Computing“ mit dem Projekt: „Smart Teams“ (zusammen mit Prof. Dr. rer. nat. Christian Schindelhauer, Freiburg)

*DFG-Netz:* DFG-Schwerpunktprogramm „Algorithmik großer und komplexer Netzwerke“ mit dem Projekt: „Algorithmik großer dynamischer geometrischer Graphen“ (zusammen mit Juniorprofessor Dr. rer. nat. Christian Sohler, bis 3.2008)

*DFG-AlgoEngCG:* DFG-Schwerpunktprogramm 1307 „Algorithm Engineering“ mit dem Projekt: „Algorithm Engineering für Probleme der Computergrafik“ (zusammen mit Dr. rer. nat. Matthias Fischer)

*DFG-AVIPASIA:* DFG-Projekt „Synchronisierte Analyse und 3D-Visualisierung paralleler Ablaufsimulationen in interaktiv erstellten Ausprägungen“ (zusammen mit Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier und Dr. rer. nat. Matthias Fischer)

*ViProSim:* Kompetenzzentrum „Verteilte Visualisierung und Simulation“. Zielvereinbarung der Universität Paderborn und dem Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen

*DFG-RealHyper:* DFG-Projekt „Real Hypercomputation“ (Dr. rer. nat. Martin Ziegler)

# Fachgruppe Entwurf Paralleler Systeme

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

## Publikationen

- Adelt, Philipp; Schmidt, Alexander; Esau, Natascha; Kleinjohann, Lisa; Kleinjohann, Bernd; Rose, Mirko: Approximation of environment models for an air gap adjustment system in a hybrid planning context. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Intelligent Control (ISIC), 3.-5. Sep. 2008
- Anthony, Richard; Ward, Paul; Chen, Dejiu; Rettberg, Achim; Hawthorne, James; Pelc, Mariusz; Törnren, Martin: A Middleware Approach to Dynamically Configurable Automotive Embedded Systems. In: Proceedings of the 1st International Symposium on Vehicular Computing Systems (ISVCS 2008), Dublin, Ireland, 22.-24. Jul. 2008
- Chen, Dejiu; Anthony, Richard; Persson, Magnus; Scholle, Detlef; Friesen, Viktor; de Boer, Gerrit; Rettberg, Achim; Ekelin, Cecilia: An Architectural Approach to Autonomics and Self-management of Automotive Embedded Electronic Systems. Proceedings of the 4th European Congress ERTS (EMBEDDED REAL TIME SOFTWARE), Toulouse, France, 29. Jan.-1. Feb. 2008
- Dittmann, Florian; Oberthür, Simon: Algorithmic Skeletons for the Design of Partially Reconfigurable Systems. In: Proceedings of 15th Reconfigurable Architectures Workshop - RAW 2008, Miami, Florida, USA, 2008
- Dittmann, Florian: Methods to Exploit Reconfigurable Fabrics. HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Band 229, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, Jan. 2008
- Ecker, W.; Mueller, W.; Doemer, R. (eds.): "Hardware Dependent Software - Principles and Practice", Springer Verlag, Dordrecht, November 2008
- Esau, Natascha; Adelt, Philipp; Schmidt, Alexander; Rose, Mirko: Interval Optimization in a Hybrid Planner Context for an Air Gap Adaptation System. In: Proc. of the Third Asia International Symposium on Mechatronics (AISM), Sapporo, Japan, 27.-31. Aug. 2008
- Gausemeier, Jürgen; Rammig, Franz Josef; Schäfer, Wilhelm (Hrsg.) Self-optimizing Mechatronic Systems: Design the Future. HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Band 223, Heinz Nixdorf Institut, Feb. 2008
- Grossmann, J.; Fey, I.; Krupp, A.; Conrad, M.; Wewetzer, Ch.; Mueller, W.: TestML – A Test Exchange Language for Model-based Testing of Embedded Software. ASWSD06, Editors: Broy, Krüger, Meiniger. LNCS 4922, Springer Verlag, 2008
- Heimfarth, Tales: Biologically Inspired Management of Distributed Services for Wireless Sensor Networks. Dissertation, Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, Entwurf Paralleler Systeme, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn
- Heimfarth, Tales; Janacik, Peter: Experiments with Biologically-Inspired Methods for Service Assignment in Wireless Sensor Networks. In: Proceedings of the 2nd IFIP Conference on Biologically Inspired Collaborative Computing (BICC 2008), Milan, Italy, Sep. 2008
- Heimfarth, Tales; Orfanus, Dalimir: Resource-Aware Clustering of Wireless Sensor Networks Based on Division of Labor in Social Insects. In: Proc. of the 2nd IFIP Conference on Biologically Inspired Collaborative Computing (BICC 2008), Milan, Italy, Sep. 2008
- Jahnich, Isabell; Podolski, Ina; Rettberg, Achim: Towards a Middleware Approach for a Self-Configurable Automotive Embedded System. In: Proceedings of 6th IFIP Workshop on Software Technologies for Future Embedded & Ubiquitous Systems (SEUS 2008), Capri Island, Italy, 1.-3. Okt. 2008
- Jahnich, Isabell; Podolski, Ina; Rettberg, Achim: Integrating Dynamic Load Balancing Strategies into the Car-Network. In: Proceedings of the IEEE International Workshop on Electronic Design, Test and Applications (DELTA 2008), Hong Kong, 23.-25. Jan. 2008
- Kerstan, Timo; Grösbrink, Stefan: Modular Paging with dynamic TLB partitioning for embedded real-time systems. In: SIES '07. Third International Symposium on Industrial Embedded Systems, La Grande Motte, France, 2008
- Koch, Markus; Kleinjohann, Bernd: An efficient dataflow-oriented fuzzy library. In: Proceedings of 47th International IEEE Conference on Instrumentation, Control and Information Technology (SICE 2008), Tokyo, Japan, 20.-22. Aug. 2008, IEEE Press
- Koch, Markus: Haptic human-machine interaction by active, holonomic moving devices. In: Proceedings of International IEEE/ASME Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2008), Xi'an, China, Band 1, 2.-5. Jul. 2008, IEEE Press
- Koch, Markus; Schrage, J.; Richert, Willi: Optic-Tactile robotics and medical applications. In: Proceedings of International IEEE/ASME Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2008), Xi'an, China, 2.-5. Jul. 2008, IEEE Press
- Koch, Markus; Schrage, J.: Movement reconstruction in industrial and medical domains based on topological Petri nets. In: Proceedings of 6th International Industrial Simulation Conference (ISC 2008), Lyon, France, Eurosis, Band 1, 9.-11. Jun. 2008
- Koch, M.; Beckebans, R.; Schrage, J.; Richert, W.: Real-time measurement, visualization and analysis of movements by fiber optical sensory applied to robotics. In: Proceedings of 47th International IEEE Conference on Instrumentation, Control and Information Technology (SICE 2008), Tokyo, Japan, Aug. 2008
- Koch, M.; Schaefer, L.; Kleinjohann, B.: An efficient dataflow-oriented fuzzy library. In: Proc. 47th International IEEE Conference on Instrumentation, Control and Information Technology (SICE 2008), Tokyo, Japan, Aug. 2008
- Laroque, Christoph; Lietsch, Stefan; Zabel, Henning: Computational Steering Verteilter, interaktiver Materialflusssimulationen. In: Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, Band 232, S. 221-239, Heinz Nixdorf Museumsforum Paderborn, 2008
- Lessmann, Johannes; Held, Dirk: A Mobility-Adaptive TDMA MAC for Real-time Data in Wireless Networks. In: Proc. IFIP Networking 2008, Singapur, Mai 2008
- Lessmann, Johannes; Heimfarth, Tales; Janacik, Peter; ShoX: An Easy to Use Simulation Platform for Wireless Networks. In: Proceedings of the 10th International Conference on Computer Modelling & Simulation, Cambridge, England, Apr. 2008
- Lessmann, Johannes; Lutters, Sascha: An Integrated Node Behavior Model for Office Scenarios. In: Proceedings of the 41st Annual Simulation Symposium, Ottawa, Canada, Apr. 2008
- Lessmann, Johannes; Heimfarth, Tales: Flexible Offline-Visualization for Mobile Wireless Networks. In: Proceedings of the 10th International Conference on Computer Modelling & Simulation, Cambridge, England, Apr. 2008
- Lessmann, Johannes; Janacik, Peter; Lachev, Lazar; Orfanus, Dalimir: Comparative Study of Wireless Network Simulators. In: Proceedings of The Seventh International Conference on Networking (ICN), Cancun, Mexico, Apr. 2008
- Ludwig, Ch.; Reimann, Ch.: Augmented Reality: Information at Focus. In: The Icfai University Press, India: Virtual Reality - Concepts and Applications.
- Masuhr, Julian; Klompaker, Florian; Reimann, Christian; Nebe, Karsten: Designing Context-Aware In-Car Information Systems. In: The Fifth Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services (MobiQuitous 2008), Dublin, Ireland, 21.-24. Jul. 2008
- Montealegre, Norma; Rammig, Franz Josef: Immuno-repairing of FPGA designs. In: Biologically-Inspired Collaborative Computing, Lecture Notes in Computer Science, Band 268, S. 137-149, 2008, IFIP WG 10.5, Springer Boston
- Montealegre, Norma: Fault tolerance in FPGA designs by means of Immunocomputing. In: Dresdner Arbeitstagung Schaltungs- und Systementwurf, S. 131-136, 2008, Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen
- Mueller, W.; Wolfe, J. (Eds.): Proceedings 5th International DAC Workshop of UML for SoC Design, Anaheim, CA, June 2008
- Münch, Eckehard; Adelt, Philipp; Krüger, Martin: Hybrid Planning and Hierarchical Optimization of Mechatronic Systems. In: Proceedings of the International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), Seoul, Korea, 14.-17. Oct. 2008
- Oberthür, Simon; Znamenshchikov, Alex; Klöpffer, Benjamin; Vöcking, Henner: Improved Flexible Resource Management by Means of Look-Ahead Scheduling and Bayesian Forecasting. In: Gausemeier, Jürgen; Rammig, Franz Josef; Schäfer, Wilhelm (Hrsg.) Self-optimizing Mechatronic Systems: Design the Future, HNI-Verlagsschriftenreihe, S. 361-376, Paderborn, Feb. 2008
- Orfanus, Dalimir; Lessmann, Johannes; Janacik, Peter; Lachev, Lazar: Performance of Wireless Network Simulators - A Case Study. In: Proc. 3rd ACM Workshop on Performance Monitoring and Measurement of Heterogeneous Wireless and Wired Networks (PM<sup>2</sup>HW<sup>2</sup>N), part of the 11th ACM MSWiM Conference 2008, Vancouver, Canada, 27.-31. Okt. 2008, ACM



Pham Van, Tien: Proactive Ad Hoc Devices for Relaying Real-Time Video Packets. Dissertation, Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, Entwurf Paralleler Systeme, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn

Podolski, Ina; Rettberg, Achim; Jahnich, Isabell: Towards Autonomous Sensor Networks by a Self-Configurable Middleware. In: Proceedings of Workshop on Sensor Networks and Applications (WSeNA 2008), Gramado, Brazil, 3.-5. Sep. 2008

Radkowski, Rafael; Richert, Willi; Zabel, Henning; Adelt, Philipp: Augmented Reality-based behavior-Analysis of Autonomous Robotic Soccers. In: IADIS International Conference of Applied Computation, Algarve (Protugal), 2008

Radkowski, Rafael; Krupp, Alexander: Ein Ansatz für Augmented Reality-basiertes systematisches Testen eingebetteter Systeme. In: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Michael Schenk (Hrsg.): 11. IFF-Wissenschaftstage, Virtual Reality und Augmented Reality zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme, 25.-26. Juni 2008, Magdeburg, 2008

Rammig, Franz Josef; Heimfarth, Tales; Janacik, Peter: Biologically Inspired Methods for Organizing Distributed Services on Sensor Networks. In: Proceedings of the Dagstuhl Seminar on Organic Computing, Wadern, Germany, Apr. 2008

Rammig, Franz Josef: Cyber Biosphere for Future Embedded Systems. In: Proc. IFIP SEUS'08, Springer LNCS, 2008

Rammig, Franz; Ditze, Michael; Janacik, Peter; Heimfarth, Tales; Kerstan, Timo; Oberthür, Simon; Stahl, Katharina: Basic Concepts of Real-Time Operating Systems. In: W. Ecker, W. Mueller, R. Doemer (eds.) "Hardware Dependent Software - Principles and Practice", Springer Verlag, Dordrecht, November 2008

Reimann, Christian; Klompaker, Florian; Santelmann, Holger: MRPipeline: A Module based Architecture for self adaptive Mixed Reality Applications. In: ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST 2008), Bordeaux, France, 27.-29. Okt. 2008

Rettberg, Achim; Anthony, Richard; Chen, Dejiu; Jahnich, Isabell; de Boer, Gerrit; Ekelin, Cecilia: A Dynamically Reconfigurable Automotive Control System Architecture. In: Proc. of the 17th IFAC World Congress 2008, Seoul, South Korea, 6.-11. Jul. 2008

Richert, Willi; Kleinjohann, Bernd: Adaptivity at Every Layer - A Modular Approach for Evolving Societies of Learning Autonomous Systems. In: Proceedings of IEEE/ACM ICSE Workshop on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems (SEAMS), Leipzig, Germany, 2008

Richert, Willi; Kleinjohann, Bernd; Adelt, Philipp: Measurement of robot similarity to determine the best demonstrator for imitation in a group of heterogeneous robots. In: 2nd IFIP Conference on Biologically Inspired Collaborative Computing (BICC 2008), 2008

Richert, Willi; Klompaker, Florian; Niehörster, Oliver: Guiding exploration by combining individual learning and imitation in societies of autonomous robots. In: 2nd IFIP Conference on Biologically Inspired Collaborative Computing (BICC 2008), 2008

Richert, Willi; Nordmeyer, Bastian; Lüke, Olaf; Kleinjohann, Bernd: Increasing the autonomy of mobile robots by on-line learning simultaneously at different levels of abstraction. In: International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS'08), Jan. 2008, IEEE Computer Society Press

Richert, Willi; Nordmeyer, Bastian; Kleinjohann, Bernd: Increasing the autonomy of mobile robots by on-line learning simultaneously at different levels of abstraction. In: The Fourth International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS), 2008

Schaefer, R.; Mueller, W.: Assessment of a Multimodal Interaction and Rendering System against Established Design Principles. Journal on Multimodal User Interfaces, 2008

Schilke, Helene; Rettberg, Achim; Dittmann, Florian: Towards a Petri Net Based Approach to Model and Synthesis Dynamic Reconfiguration for FPGAs. Proceedings of the IEEE International Workshop on Electronic Design, Test and Applications (DELTA 2008), Hong Kong, 23.-25. Jan. 2008

Schmidt, Alexander; Esau, Natascha; Adelt, Philipp: Integrating dynamic track sectioning into a hybrid planning infrastructure. In: Proceedings of the International Conference on Instrumentation, Control and Information Technology, Chofu City, Tokyo, Japan, 20.-22. Aug. 2008

Schmidt, Alexander; Esau, Natascha; Adelt, Philipp; Stern, Claudius: Dynamic optimization of track sectioning in mechatronic systems for a hybrid planner. In: Proceedings of IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA), Takamatsu, Kagawa, Japan, 5.-8. Aug. 2008

Schmidt, Alexander; Adelt, Philipp; Esau, Natascha; Kleinjohann, Lisa; Kleinjohann, Bernd: Using Environmental Models Approximated by Fuzzy Identification for Hybrid Planning of Mechatronic Systems. In: Proceedings of the 28th Computers and Information in Engineering Conference (CIE), New York City, New York, USA, 3.-6. Aug. 2008

Stern, Claudius; Adelt, Philipp; Richert, Willi; Kleinjohann, Bernd: Hierarchically Distributing Embedded Systems for Improved Autonomy. In: Proceedings of the Distributed Parallel Embedded Systems Workshop (DIPES), Distributed and Parallel Embedded Systems, 7.-10. Sep. 2008

Stern, Claudius; Adelt, Philipp; Krummel, Volker; Ackermann, Marcel R: Reliable Evidence of Data Integrity from an Untrusted Storage Service. In: Proceedings of the 4th International Conference on Networking and Services (ICNS '08), Gosier, Guadeloupe, Mrz. 2008, IEEE Computer Society Press

Vanderperren, Y.; Müller, W.; Daheane, W.: UML for Electronic Systems Design – A Comprehensive Overview. Journal on Design Automation for Embedded Systems, Springer Verlag, August 2008

Wehrmeister, Marco; Freitas, Edison P.; Orfanus, Dalimir; Pereira, Carlos E.; Rammig, Franz Josef: A Case Study to Evaluate Pros/Cons of Aspect- and Object-Oriented Paradigms to Model Distributed Embedded Real-Time Systems. In: Proc. of 5th International Workshop on Model-based Methodologies for Pervasive and Embedded Software (MOMPES), S. 44-54, Apr. 2008, IEEE Computer Society

Zabel, Henning; Müller, Wolfgang: Präzises Interrupt Scheduling in abstrakten RTOS Modellen in SystemC. In: Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen, S. 31-39, MBMV08, Freiburg, Germany 2008, Shaker Verlag

Zabel, H.; Müller, W.; Gerstlauer, A.: Accurate RTOS Modelling and Analysis with SystemC. In: W. Ecker, W. Müller, R. Doemer (eds.) "Hardware Dependent Software - Principles and Practice", Springer Verlag, Dordrecht, November 2008

Zabel, Henning; Müller, Wolfgang: An Efficient Time Annotation Technique in Abstract RTOS Simulations for Multiprocessor Task Migration. In: Distributed Embedded Systems: Design, Middleware and Resources, Band 27, S. 181-190, 2008, Springer Boston

Zhao, Yuhong; Oberthür, Simon; Rammig, Franz Josef: Runtime Model Checking for Safety and Consistency of Self-optimizing Mechatronic Systems. In: Gausemeier, Jürgen; Rammig, Franz Josef; Wilhelm, Schäfer (Hrsg.) Proceedings of the 7th International Heinz Nixdorf Symposium: Self-optimizing Mechatronic Systems, ALB-HNI-Verlagsschriftenreihe, 20.-21. Feb. 2008, Heinz Nixdorf Institut

## Promotionen

*Michael Ditze*

Die Übertragung komplexer Multimedia-Anwendungen über drahtlose oder mobile Netzwerke bedeutet neue Herausforderungen, welche die Interaktion verschiedenster Verfahren auf unterschiedlichen Ebenen des Kommunikationsmodells erforderlich machen. Dieser Problemstellung widmete sich Herr Ditze in seiner Arbeit. Er entwickelte einen innovativen „Cross-Layer“-Ansatz, bei dem Optimierungsansätze und Adaptionsverfahren eng miteinander verwoben werden. Dabei werden geschickt die spezifischen Eigenschaften komprimierter Multimediaströme gezielt ausgenutzt. Herr Ditze entwickelte drei wesentliche Komponenten, welche er zu dem auf UPnP basierenden BiCyQLE Framework zusammenfasst: Eine auf Fuzzy-Logic basierende Zugangskontrolle, einen neuartigen, dedizierten Scheduling-Algorithmus, genannt MLLF und ein auf Fuzzy-Logic beruhendes Ratenadaptionsverfahren. Die drei Komponenten greifen im BiCyQLE-Framework nahtlos ineinander. Die Ergebnisse der Dissertation wurden bereits in elf internationalen Tagungen und Journalen veröffentlicht.

*Martin Zambaldi*

Im Bereich der Digitalelektronik gibt es etablierte Testverfahren und -umgebungen, doch für die Unterstützung von Testverfahren über verschiedene Abstraktionsebenen hinweg liegen derzeit noch kaum befriedigende Ansätze vor. Hierzu sind flexible Testumgebungen bereitzustellen, die unterschiedliche Abstraktionsebenen überdecken. In diese Lücke platzierte Herr Zambaldi seine Dissertationsschrift. Er entwickelte Konzepte für eine hochgradig generische, mehrere Abstraktionsebenen übergreifende Testumgebung, die es erlaubt durch flexible Anpassung über Abstraktionsgrenzen hinaus Verifikationswissen (VIP) effizient wiederzuverwenden. Die Konzepte für seine Testumgebung, genannt Multi-Level Test Bench MLTB, wurden von ihm modellhaft implementiert und auch anhand von Anwendungsbeispielen demonstriert. Die Testbench ist nicht nur innovativ und wissenschaftlich anspruchsvoll, sondern auch in den neuesten in der industriellen Praxis

benutzten Methoden, Standards und Werkzeugen verankert. Insgesamt 13 wissenschaftliche Veröffentlichungen auf führenden internationalen Konferenzen und 10 Patente demonstrieren den gleichermaßen wissenschaftlichen wie praktischen Wert der Arbeit.

#### Christian Reimann

Herr Reimann befasst sich mit dem Entwurf und der Ausführung mobiler Augmented Reality Anwendungen. Stationäre Anwendungen können in der Regel auf umfangreiche Ressourcen zurückgreifen. Dies ist bei mobilen Anwendungen nicht der Fall. Hier steht nur beschränkt Rechenleistung zur Verfügung, die Benutzerinteraktion ist eingeschränkt und zudem von Gerät zu Gerät verschieden und die Displaygröße ist in der Regel sehr beschränkt. Damit wird deutlich, dass für die mobile Anwendung die zu erzielende Performanz eine zentrale Rolle spielt. Dabei sind die jeweiligen Ressourcen schon auf hoher Abstraktionsebene des Entwurfsprozesses zu berücksichtigen. Genau in diese Richtung zielt Herr Reimann. Ausgehend von einem zentralen Anforderungsmanagement entwickelt er einen performanzorientierten Entwurfsprozess, wobei als Zielplattform das ebenfalls im Rahmen dieser Arbeit entwickelte adaptive Laufzeitsystem MAuRePeP dient. Insgesamt 35 wissenschaftliche Veröffentlichungen auf internationalen Tagungen belegen das rege Interesse an den Ergebnissen von Herrn Reimann.

#### Messen, Tagungen, Seminare

IFIP Conference on Biologically Inspired Collaborative Computing, 7.-10. September, Mailand

#### Weitere Funktionen

##### F. J. Rammig:

- Mitglied Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften
- Mitglied acatech, deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Mitglied des zentralen Vergabeausschusses der Alexander von Humboldt Stiftung
- Hochschulseitiger Vorstand des C-LAB
- Vorstandsmitglied der Paderborner International Graduate School on Dynamic Intelligent Systems
- Vorstandsmitglied des Paderborner Center for Parallel Computing
- Vorstandsmitglied s-lab (Software Quality Lab)
- Vertreter Deutschlands in IFIP TC 10
- Mitglied in der IFIP Arbeitsgruppe 10.2 und 10.5
- Mitglied in GI FB Technische Informatik
- Mitherausgeber Teuber Texte zur Informatik

- Mitherausgeber Journal of Network and Computer Application (Elsevier)
- General Co-Chair IFIP BICC'08 im Rahmen des IFIP World Computer Congress 2008, 7.-10. September, Mailand

##### B. Kleinjohann:

- Program Chair IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2008)
- Vice Chair IFIP Arbeitsgruppe 10.2 Embedded Systems

##### L. Kleinjohann:

- Publication Chair IFIP Arbeitsgruppe 10.2 Embedded Systems
- Publication Chair IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2008)

##### W. Müller:

- Programme Chair der DATE'10
- Vice-Programme-Chair der DATE'09
- Mitglied Organisations- und Programmkomitee: DATE '07, DATE '08
- General Chair des UML-SoC Workshops der DAC '08 und des GI Workshops Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen 2007 und 2008
- Mitglied Programmkomitee: DVCON '07 und DVCON '08

##### A. Rettberg:

- Mitglied in der IFIP Arbeitsgruppe 10.2 Eingebettete Systeme
- Program Committee, IEEE International Symposium on Industrial Embedded Systems (SIES), Lisbon, Portugal, 2007
- Program Committee, International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC), Taipei, Taiwan, 2007
- General Chair of IFIP International Embedded Systems Symposium (IESS), Irvine, California, USA, 2007

##### S. Oberthür:

- ACM Sigbed Information Director/Web chair

#### Auswahl aktueller Forschungsprojekte

SFB 616, Tp. A2 – Verhaltensorientierte Selbstoptimierung (DFG)

SFB 614, Tp. B3 – Virtual Prototyping (DFG)

SFB 614, Tp. C2 – RTOS für selbstoptimierende Systeme (DFG)

SPP Reconfigurable Computing, Projekt TP<sup>2</sup>R<sup>2</sup> – Temporal Placement and Temporal Partitioning rekonfigurierbarer Rechensysteme (DFG)

SPP Organic Computing, Projekt „A Modular Approach for Evolving Societies of Learning Autonomous Systems“ (DFG)

eCUBES (EU Projekt): Erforschung von Mikro-System-Technologien um die Entwicklung von kostengünstigen, hochgradig miniaturisierten und autonomen Systemen für das Einsatzgebiet der Ambient Intelligence zu ermöglichen

AIS (edacentrum Clusterforschungsprojekt) „Autonome Integrierte Systeme“: Methoden, Werkzeuge und Architekturen für den Entwurf Autonomer Integrierter Systeme

SPRINT (EU Projekt): Open SoC Design Platform for Reuse and Integration of IPs

SATURN (EU Projekt): SysML bAsed modeling, architecture exploRation, simulation and syNthesis for complex embedded systems

TIMMO (BMBF Projekt): Timing Model

#### Wissenschaftliche Kooperationen

##### Technischen Universität Chemnitz:

Entwurf und automatisierte Synthese von rekonfigurierbaren Hardware-Schnittstellen in eingebetteten Systemen

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg und Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg: Rekonfigurierbare Rechensysteme

Center for Embedded Computer Systems, UC Irvine, USA: Zusammenarbeit auf dem Gebiet Eingebettete Systeme

##### UFRGS Porto Alegre, Brasilien:

Flexible rekonfigurierbare eingebettete Systeme

#### Gastwissenschaftler

Prof. Carlos Eduardo Pereira

# Fachgruppe Schaltungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

## Publikationen

- Amin, S.; Tanoto, A.; Witkowski, U.; Rückert, U.; Abdel-Wahab, M.S.: Modified local navigation strategy for un-known environment exploration. In: Proceedings of the, 5th IEEE International conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), Madeira, Portugal, 2008.
- Amin, S.; Tanoto, A.; Witkowski, U.; Rückert, U.; Abdel-Wahab, M.S.: Environment Exploration Using Mini-Robot Khepera. In: IEEE Proceedings of the, 5th International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous System (CIRAS 2008), (on CD), Linz, Austria, 2008.
- Chinapirom, T.; Witkowski, U.; Rückert, U.: A Biologically-Inspired and Resource-Efficient Vision System using Mobile Mini-Robots for Obstacle Avoidance. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2008), erscheint im Dezember 2008, Bangkok, Thailand, 2008.
- Ebied, H.M.; Witkowski, U.; Rückert, U.; Abdel-Wahab, M.S.: "Robot Localization Based on Visual Landmarks". The 5th IEEE International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2008), Proceeding of Robotics and Autonomous, Vol. 2, pp. 49-53, Madeira, Portugal, 2008.
- Ebied, H.M.; Witkowski, U.; Rückert, U.; Abdel-Wahab, M.S.: Visual Landmarks Based on Self-localization of Mobile Robot Using an Alternative Geometric Triangulation Algorithm. The 5th IEEE International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems (CIRAS 2008), (on CD), Linz, Austria, 2008.
- El-Darawy, M.; Pfau, T.; Hoffmann, S.; Peveling, R.; Wördehoff, C.; Koch, B.; Pormann, M.; Adamczyk, O.; Noe, R.: Fast Adaptive Polarization and PDL Tracking in a Realtime FPGA Based Coherent PoLDM-QPSK Receiver. In IEEE Photonics Technology Letters, Volume 20, Issue 21, pp. 1796-1798, November 1, 2008.
- El-Darawy, M.; Pfau, T.; Wördehoff, C.; Koch, B.; Hoffmann, S.; Peveling, R.; Pormann, M.; Noé, R.: Realtime 40 krad/s Polarization Tracking with 6 dB PDL in Digital Synchronous Polarization-Multiplexed QPSK Receiver. In Proceedings of ECOC 2008, Brussels, Belgium, September 21-25, 2008.
- El-Habbal, M.; Witkowski, U.; Rückert, U.: Mobile Ad-hoc Communication applied and optimized for disaster scenarios. In: Proceedings of Wireless Technologies Kongress 2008, pp. 25-34, Bochum, 2008.
- Griese, B.; Brinkmann, A.; Pormann, M.: SelfS – A Real-Time Protocol for Virtual Ring Topologies. In Proceedings of the 16th International Workshop on Parallel and Distributed Real-Time Systems (WPDRTS'08), (on CD), Miami, Florida, USA, April 14, 2008.
- Hagemeyer, J.; Köster, M.; Pormann, M.: Hardware Virtualization Exploiting Dynamically Reconfigurable Architectures. In: 1. GI/ITG KuVS Fachgespräch Virtualisierung, Paderborn, Germany, pp. 19-28, February 11–12, 2008.
- Hoffmann, S.; Bhandare, S.; Pfau, T.; Adamczyk, O.; Wördehoff, C.; Peveling, R.; Pormann, M.; Noe, R.: Frequency and Phase Estimation for Coherent QPSK Transmission With Unlocked DFB Lasers. In IEEE Photonics Technology Letters, Volume 20, Issue 18, pp. 1569-1571, September 15, 2008.
- Hoffmann, S.; Pfau, T.; Adamczyk, O.; Wördehoff, C.; Peveling, R.; Pormann, M.; Noé, R.; Bhandare, S.: Frequency Estimation and Compensation for Coherent QPSK Transmission with DFB Lasers. In Proc. OSA Topical Meeting Coherent Optical Technologies and Applications (COTA), July 13-16, 2008, CWB4, Boston, MA, USA.
- Jungeblut, T., Grünewald, M., Pormann, M., and Rückert, U.: Realtime multiprocessor for mobile ad hoc networks. In Advances in Radio Science, Vol. 6, pp. 239-243, 2008.
- Jungeblut, T.; Dreesen, R.; Pormann, M.; Rückert, U.; Hachmann, U.: Design Space Exploration for Resource Efficient VLIW-processors. In Design, Automation and Test in Europe DATE, University Booth, Munich, Germany, March 10-14, 2008.
- Münch, E.; Gambuzza, A.; Paiz, C.; Pohl, C.; Pormann, M.: FPGA-in-the-Loop Simulations with CAMEL-View. In Self-optimizing Mechatronic Systems: Design the Future, 7th International Heinz Nixdorf Symposium, Paderborn, Germany, pp. 429-445, February 20-21, 2008.
- Noé, R.; Hoffmann, S.; Pfau, T.; Adamczyk, O.; Herath, V.; Peveling, R.; Pormann, M.: Realtime Digital Polarization and Carrier Recovery in a Polarization-Multiplexed Optical QPSK Transmission. In Proc. IEEE/LEOS Summer Topical Meetings 2008, pp. 99-100, July 21-23, 2008, Acapulco, Mexico, (invited paper).
- Paiz, C.; Pohl, C.; Pormann, M.: Hardware-in-the-Loop Simulations for FPGA-Based Digital Control Design. In Juan Andrade-Cetto, Jean-Louis Ferrier, Jos'e Miguel Costa dias Pereira, Joaquim Filipe (Editors) Informatics in Control, Automation and Robotics, Vol. 3, pp. 355-372, Springer-Verlag, 2008.
- Pfau, T.; El-Darawy, M.; Wördehoff, C.; Peveling, R.; Hoffmann, S.; Koch, B.; Adamczyk, O.; Pormann, M.; Noé, R.: 32-krad/s Polarization and 3-dB PDL Tracking in a Realtime Digital Coherent Polarization-Multiplexed QPSK Receiver. In Proceedings of the 2008 IEEE/LEOS Summer Topical Meetings, Acapulco, Mexico, pp. 105-106, July 21-23, 2008.
- Pfau, T.; Hoffmann, S.; Adamczyk, O.; Peveling, R.; Herath, V.; Pormann, M.; Noé, R.: Coherent optical communication: Towards realtime systems at 40 Gbit/s and beyond. In Optics Express, Vol. 16, Issue 2, pp. 866-872, January, 2008.
- Pfau, T.; Wördehoff, C.; Peveling, R.; Ibrahim, S. K.; Hoffmann, S.; Adamczyk, O.; Bhandare, S.; Pormann, M.; Noé, R.; Koslovsky, A.; Achiam, Y.; Schlieder, D.; Grossard, N.; Hauden, J.; Porte, H.: Ultra-Fast Adaptive Digital Polarization Control in a Real-time Coherent Polarization-Multiplexed QPSK Receiver. In Proceedings of OFC/NFOEC 2008, pp. 1-3, San Diego, California, USA, February 24-28, 2008.
- Pohl, C.; Paiz, C.; Pormann, M.: A Hardware-in-the-Loop Design Environment for FPGAs. In Design, Automation and Test in Europe DATE, University Booth, Munich, Germany, March 10-14, 2008.
- Pohl, C.; Paiz, C.; Pormann, M.: vMAGIC – VHDL Manipulation and Automation for Reliable System Development. In 3rd International Workshop on Reconfigurable Computing Education, (on CD), April 10, 2008, Montpellier, France.
- Purnaprajna, M.; Pormann, M.: Run-time Reconfigurable Cluster of Processors. In Proceedings of 41st Annual IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture (MICRO-41 2008), Workshop on Design, Architecture and Simulation of Chip Multi-Processors, IEEE Computer Society, November 8-12, 2008, Lake Como, Italy.
- Purnaprajna, M.; Pormann, M.: Run-time Reconfigurable Multiprocessors. In Proceedings of the 22nd International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS 2008), PhD Forum, Miami, Florida, USA, April, 2008.
- Purnaprajna, M.; Puttmann, C.; Pormann, M.: Power Aware Reconfigurable Multiprocessor for Elliptic Curve Cryptography. In Proceedings of DATE: Design, Automation and Test in Europe, Munich, Germany, pp. 1462-1467, March 10-14, 2008.
- Puttmann, C.; Shokrollahi, J.; Pormann, M., and Rückert, U.: Hardware Accelerators for Elliptic Curve Cryptography. In Advances in Radio Science, Vol. 6, pp. 259-264, 2008.
- Puttmann, C.; Shokrollahi, J.; Pormann, M.: Resource Efficiency of Instruction Set Extensions for Elliptic Curve Cryptography. In Proceedings of the 5th International Conference on Information Technology: New Generations, ITNG 2008, Las Vegas, Nevada, USA, pp. 131-136, April 7-9, 2008.
- Sales, J.; Wirz, R.; Marin, R.; Cervera, E.; Witkowski, U.: End-to-end Congestion Network Protocols for Robot Swarms. In: Proceedings of IARP/EURON Workshop on Robotics for Risky Interventions and Environmental Surveillance, (on CD), Spain, 2008.
- Wilhelm, P.; Monier, E.; Xu, F.; Witkowski, U.: Analysis of Indoor Team Sports Using Video Tracking and Wireless Sensor Network. World Congress of Performance Analysis of Sport VIII, pp. 165-169, Magdeburg, September 2008.
- Witkowski, U.; El-Habbal, M.; Herbrechtsmeier, S.; Tanoto, A.; Penders, J.; Alboul, L.; Gazi, V.: Ad-hoc network communication infrastructure for multi-robot systems in disaster scenarios. In: Proceedings of IARP/EURON Workshop on Robotics for Risky Interventions and Environmental Surveillance, (on CD), Spain, 2008.
- Witkowski, U.; Herbrechtsmeier, S.; El-Habbal, M.; Rückert, U.: Powerful Miniature Robot For Research And Education. In: IEEE Proceedings of the, 5th International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous System (CIRAS 2008), (on CD), Linz, Austria, 2008.
- Witkowski, U.; Herbrechtsmeier, S.; Tanoto, A.; El-Habbal, M.; Alboul, L.; Penders, J.: Self-Optimizing Human-Robot Systems for Search and Rescue in Disaster Scenarios. In: Proceedings of the 7th International Heinz Nixdorf Symposium, pp. 315-329, 2008.
- Witkowski, U.; Wilhelm, P.; Parketny, T.: Einsatz von Low-Power Netzwerken zum Monitoring leistungsdiagnostischer Daten im Teamsport. In: Proceedings of Wireless Technologies Kongress 2008, pp. 261-270, Bochum, 2008.



## Promotionen

Dr.-Ing. Feng Xu

### Resource-Efficient Multi-Antenna Designs for Mobile Ad Hoc Networks

Im Gegensatz zu den traditionellen, zentral verwalteten drahtlosen Netzwerken beruhen mobile Ad-Hoc-Netzwerke (MANETs) nicht auf einer festen Infrastruktur und einer zentralen Steuerfunktion. Neben den zahlreichen Vorteilen stellt diese verteilte Funktionsweise auch eine Reihe von Herausforderungen an alle Schichten eines Kommunikationsnetzwerkes. Diese Arbeit beschäftigt sich im Wesentlichen mit der physikalischen Schicht, der MAC-Schicht und der Cross-Layer-Optimierung mit dem Ziel, eine ressourceneffiziente Realisierung von Ad-Hoc-Netzwerken für mobile Geräte zu finden. In dieser Dissertation wird eine komplette PHY- und MAC-Lösung für eine Sechsentennen-Technik, die auch als „Simplified Switched Beam (SSB)“ bezeichnet wird, entwickelt und analysiert. Die Technik erzielt einen guten Kompromiss zwischen Performance und Ressourcenbedarf. SSB kann für Sender und Empfänger verwendet werden und verursacht im Vergleich mit einem Einzelantennen-System nur eine geringfügige Zunahme der Hardwarekomplexität und des Leistungsbedarfs. Folglich ist es für mobile Anwendungen gut geeignet. Die Performance des Verfahrens wird mit Hilfe des Netzwerksimulators SAHNE (Simulation Environment for Mobile Ad Hoc Networks) überprüft. Um die Verbindungsperformance auszuwerten, ist ein Prüfstand, der auf dem FPGA-basierten Entwicklungssystem RAPTOR2000 basiert, aufgebaut worden. Umfangreiche Messungen, die mit mobilen Teilnehmern in geschlossenen Gebäuden mit und ohne Interferenzen durchgeführt wurden, zeigen, dass SSB helfen kann, das Fading und die Interferenz zu unterdrücken und die empfangene Signalleistung zu erhöhen.

Dr.-Ing. Björn Griese

### Adaptive Echtzeitkommunikationsnetze

In dieser Arbeit wurde die Adaption eines Echtzeitkommunikationsnetzes auf der Ebene der Netzwerkkomponente sowie auf der Protokollebene untersucht. Als adaptive Netzwerkkomponente wurde ein rekonfigurierbarer Ethernet-Switch entwickelt, der seinen Ressourcenbedarf an die Kommunikationslast und die Echtzeitanforderungen dynamisch anpasst. Durch eine dynamische partielle Rekonfiguration zwischen zwei Switchvarianten verringert der Switch die von ihm benötigten FPGA-Ressourcen, wenn z. B. die Kommunikationslast gesunken ist. Mithilfe einer prototypischen Implementierung des rekonfigurierbaren Switches wurden Datenraten, Latenzzeiten und der Jitter bei unterschiedlichem Ressourcenbedarf evaluiert. Die Ergebnisse belegen bessere Echtzeiteigenschaften des Switches bei höherem Ressourcenbedarf. Für die Adaption auf der Protokollebene wurde ein selbstsynchronisierendes Echtzeitprotokoll entwickelt. Dieses Protokoll benötigt keine vorherige Planung der Kommunikation und keine Uhrensynchronisation um harte Echtzeitanforderungen zu garantieren. Eine Adaption erfolgt über eine Veränderung der Zykluszeiten im Betrieb. Auf der Basis des rekonfigurierbaren Ethernet-Switches wurden die Echtzeiteigenschaften und der Prozess der Selbstsynchronisation mithilfe eines mathematischen Modells und einer rechnergestützten Netzwerksimulation analysiert. Im Vergleich mit industriellen Echtzeitprotokollen erreicht das adaptive Echtzeitprotokoll eine vergleichbare Leistungsfähigkeit und den geringsten Jitter, der nur beim adaptiven Echtzeitprotokoll unabhängig von der Anzahl der Knoten ist.

Dr.-Ing. Boris Kettelhoit

### Architektur und Entwurf dynamisch rekonfigurierbarer FPGA-Systeme

In dieser Dissertation werden verschiedene Realisierungsoptionen dynamisch rekonfigurierbarer FPGA-Systeme untersucht. Es wird gezeigt, dass möglichst homogene Bereiche für die dynamische Rekonfiguration ausgewiesen werden müssen. An die Kommunikationsinfrastruktur des Systems, die zum Teil in den rekonfigurierbaren Bereichen liegt, werden dadurch besondere Anforderungen gestellt. Ein Teil der Arbeit beschäftigt sich daher mit dem Entwurf homogener Kommunikationsinfrastrukturen für dynamisch rekonfigurierbare FPGA-Systeme. Es werden verschiedene Realisierungsvarianten vorgestellt und hinsichtlich ihres Ressourcenbedarfs bewertet. Für die Realisierung dynamisch rekonfigurierbarer Systeme wurde ein Evaluierungssystem auf Basis der Prototyping-Umgebung RAPTOR2000 erstellt. Zusätzlich wurden in dieser Arbeit mehrere Entwurfswerkzeuge entwickelt, die die Realisierung freier Platzierungsverfahren ermöglichen und weitgehend automatisieren. Durch die Kombination aus Evaluierungssystem und Entwurfswerkzeugen steht eine Umgebung bereit, mit der eine Vielzahl verschiedener rekonfigurierbarer Systeme schnell und zuverlässig entwickelt und validiert werden können. Mithilfe dieser Entwicklungsumgebung wurde in dieser Arbeit eine Fallstudie angefertigt, in der verschiedene Platzierungsverfahren mit freier Platzierung und festen Modulplätzen umgesetzt und hinsichtlich ihrer Ressourceneffizienz bewertet wurden. Dabei wurde insbesondere der Einfluss der Kommunikationsinfrastruktur betrachtet und ein Vergleich mit herkömmlichen statischen Systemen gezogen.

Dr.-Ing. Jörg-Christian Niemann

### Ressourceneffiziente Schaltungstechnik eingebetteter Parallelrechner – GigaNetIC

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die neuartige skalierbare GigaNetIC-Chip-Multiprozessor(CMP)-Architektur entworfen, die aufgrund einer sehr flexibel gestalteten, parametrisierbaren Hardwarestruktur an verschiedenste Anforderungen angepasst werden kann, um so für unterschiedlichste Anwendungsszenarien eine möglichst ressourceneffiziente Lösung zu bieten. Rückgrat dieses Chip-Multiprozessorsystems bildet das eigens für diese Architektur entworfene neuartige hierarchische GigaNoC-On-Chip-Netzwerk. Für die GigaNetIC-Architektur wurde eine umfangreiche Entwicklungsumgebung zur detaillierten Evaluation und Optimierung aller Hardwarekomponenten entworfen. Anhand anwendungsspezifischer Instruktionssatzerweiterungen des N-Core-Prozessorkerns konnten Performanzzuwächse von bis zu 25% bei den untersuchten Netzwerkanwendungen erzielt werden. Die implementierten Hardwarebeschleuniger ermöglichen eine Reduktion der Verarbeitungszeit um bis zu drei Größenordnungen bei moderater Flächenzunahme. Zusätzlich konnte der Energiebedarf deutlich reduziert werden. Varianten der GigaNetIC-Architektur wurden als FPGA-Prototyp und in zwei aktuellen Standardzellentechnologien implementiert. Der Vergleich eines massiv parallelen GigaNetIC-Systems mit derzeitigen Universalprozessoren zeigte für ein spezielles Netzwerkanwendungsszenario einen Leistungsvorsprung des optimierten, 80 Prozessorkerne umfassenden GigaNetIC-CMPs um zwei Größenordnungen einhergehend mit einem um zwei Größenordnungen geringeren Energiebedarf bei einem Zehntel der durchschnittlichen Taktfrequenz und gleicher Chipfläche.

## Preise, Preise, Auszeichnungen

*Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen*  
Für herausragende marktrelevante Forschung und Innovation wurden Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé (Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik) und Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert (Schaltungstechnik) mit dem Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen ausgezeichnet.

## Weitere Funktionen

- Sprecher des HNI Graduiertenkollegs „Automatische Konfiguration in offenen Systemen“
- Vorstandsmitglied der Paderborner International Graduate School of Dynamic Intelligent Systems
- Mitglied im Beirat des C-LAB
- Mitglied im Beirat des L-LAB
- Mitglied im Beirat des PC<sup>2</sup> (Paderborn Center for Parallel Computing)
- Mitglied im Beirat des PaSCo (Paderborn Institute for Scientific Computation)
- Leiter der ITG Fachgruppe „Mikroelektronik neuronaler Netze“
- Adjunct Professor, Faculty of Information Technology, QUT, Brisbane, Australien

## Spin-offs

*EvoPACE GmbH*

Die EvoPACE GmbH unterstützt ihre Kunden bei der Entwicklung ressourceneffizienter Hardware-Software-Systeme. Als Entwicklungspartner bietet EvoPACE fundiertes Know-How in der Anwendung bzw. Neu- und Weiterentwicklung von Compilern, Prozessoren und anwendungsspezifischer Hard- und Software aus einer Hand.

## Aktuelle Forschungsprojekte

*Dynamisch rekonfigurierbare Hardware für Echtzeitanwendungen*

Im von der DFG im Rahmen des SFB614 geförderten Transferprojekt TP5 „Dynamisch rekonfigurierbare Hardware für Echtzeitanwendungen“ werden die am Fachgebiet Schaltungstechnik entwickelten Verfahren zur dynamischen Hardware-Rekonfiguration in Kooperation mit der Paderborner Firma dSPACE für die industrielle Entwicklung mechatronischer Systeme nutzbar gemacht.

*EASY-C*

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes Easy-C werden in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern aus Industrie und Wissenschaft Schlüsseltechnologien für die nächste Generation von Mobilfunknetzen erforscht.

*GUARDIANS*

Dieses EU-Projekt hat zum Ziel, einen Verband autonom agierender Roboter zu entwickeln, der die Feuerwehr und andere Rettungskräfte bei Bränden in großen Gebäuden unterstützen kann. Neben der Fachgruppe Schaltungstechnik sind acht europäische Partner an dem Projekt beteiligt.

*Hardware-Rekonfiguration*

In diesem Projekt werden Prinzipien der Hardware-Rekonfiguration informationstechnischer Komponenten in selbstoptimierenden mechatronischen Systemen analysiert und umgesetzt. Das Projekt ist Teil des von der DFG geförderten Sonderforschungsbereiches 614.

#### *Informationstechnologie zur Spielanalyse und Trainingssteuerung in Sportarten*

In Kooperation mit dem Sportmedizinischen Institut (Prof. Weiß) der Universität Paderborn wird ein Analysesystem entwickelt, welches basierend auf physiologischen Daten der Sportler sowie einem Videotrackingssystem die spielerindividuelle Beurteilung der Beanspruchung in Sportarten ermöglicht.

#### *OMEGA – Home Gigabit Access*

Das Fachgebiet Schaltungstechnik erforscht in Kooperation mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft im Projekt OMEGA des 7. Forschungsrahmenprogramms der EU die Medienkonvergenz ultrabreitbandiger Heimnetz-Technologien mit garantierter Qualität.

#### *MxMobile*

In Kooperation mit der Fachgruppe „Programmiersprachen und Übersetzer“, Prof. Kastens, und weiteren Kooperationspartnern aus Industrie und Wissenschaft entwickeln wir im Rahmen dieses BMBF-Projektes einen ressourceneffizienten VLIW-Prozessor als Schlüsselkomponente für den Multiband-Multistandard-Betrieb von Mobilfunk-Terminals.

#### *NGN-PlaNetS*

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes NGN-PlaNetS (Next Generation Networks - Platforms for Networked Services) werden in Kooperation mit Infineon Technologies und weiteren Industriepartnern neue Architekturkonzepte für parallele Paketprozessoren entwickelt und evaluiert.

#### *RTOS für selbstoptimierende Systeme*

In Kooperation mit der Fachgruppe „Entwurf paralleler Systeme“, Prof. Rammig, entwickeln wir im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 614, Teilprojekt C2, ein Echtzeit-Kommunikations- und ein Echtzeit-Betriebssystem für verteilte selbstoptimierende Systeme.

#### *synQPSK*

Im EU-Projekt synQPSK werden in Kooperation mit der Arbeitsgruppe „Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik“ der Universität Paderborn hoch getaktete mikroelektronische Schlüsselkomponenten für optische Datenübertragung durch synchrone quaternäre Phasenumtastung entwickelt.

### **Aktuelle Industriekooperationen**

#### *Infineon Technologies AG, München*

Evaluierung und Implementierung neuer Mobilfunkstandards auf eingebetteten Prozessorplattformen.

#### *Comneon GmbH, Nürnberg*

Entwicklung von SoC-Architekturen für Empfängerstrukturen in zukünftigen Mobilfunksystemen.

### **Wissenschaftliche Kooperationen**

#### *Autonome Miniroboter in Forschung und Lehre*

In Kooperation mit der Ain Shams Universität Kairo entwickeln wir eine Plattform für Multi-Roboter-Experimente, die weltweit über das Internet nutzbar ist.

#### *DRES – Dynamic Reconfigurability in Embedded Systems Design*

In Kooperation mit dem Politecnico di Milano werden neue Methoden für den effizienten Einsatz dynamischer Rekonfiguration in eingebetteten Systemen entwickelt.

#### *Dynamisch rekonfigurierbare Hardware in autonomen Systemen*

In Kooperation mit Professor Wayne Luk vom Imperial College, London, werden die Einsatzmöglichkeiten für dynamisch rekonfigurierbare Hardware in mobilen autonomen Systemen analysiert.

#### *Ressourceneffizienter Funktionsapproximator für autonome Systeme*

In Kooperation mit Professor Joaquin Sitte, Queensland University of Technology, Australien, wird in analoger Schaltungstechnik ein mikroelektronischer Baustein zur ressourceneffizienten Implementierung eines Funktionsapproximators für autonome Systeme realisiert.

#### *Ultra-Low-Power Schaltungstechnik*

In Kooperation mit Professor Snorre Aunet, Universität Oslo, entwickelt das Fachgebiet Schaltungstechnik robuste nanoelektronische Ultra-Low-Power Schaltungen in CMOS Technologie.

# Fachgruppe Regelungstechnik und Mechatronik

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

## Publikationen

Bruns, T.; Trächtler, A.: Autonomes Kreuzungsmanagement für Kraftfahrzeuge - Trajektorienplanung mittels Dynamischer Programmierung. 4. VDI/VDE-Fachtagung zur Steuerung und Regelung von Fahrzeugen und Motoren (AUTOREG 2008), Baden-Baden, 12.-13. Februar, 2008

Burmester, S.; Giese, H.; Münch, E.; Oberschelp, O.; Klein, F.; Scheideler, P.: Tool Support for the Design of Self-Optimizing Mechatronic Multi-Agent Systems. International Journal on Software Tools for Technology Transfer (STTT), May 2008, S. 207-222

Geisler, J.; Witting, K.; Trächtler, A.; Dellnitz, M.: Multiobjective Optimization of Control Trajectories for the Guidance of a Rail-bound Vehicle. 17th World Congress: The International Federation of Automatic Control (IFAC), Seoul, Korea, July 6-11, 2008

Geisler, J.; Witting, K.; Trächtler, A.; Dellnitz, M.: Self-Optimization of the Guidance Module of a Rail-bound Vehicle. 7th International Heinz Nixdorf Symposium: Self-optimizing Mechatronic Systems - Designing the Future, Paderborn, February 20-21, 2008

Illg, I.; Tewes, M.; Jäker, K.-P.; Trächtler, A.: Mechatronic Design and Implementation of an Active Suspension for an All-Terrain Tracked Vehicle. 9th International Symposium on Advanced Vehicle Control (AVEC 2008), Kobe, Japan, October 6-9, 2008

Just, V.; Landwehr, M.; Trächtler, A.; Jäker, K.-P.: Model-based Controller Design for the Paper Separation-Process in Automatic Teller Machines. 9th International Conference on Motion and Vibration Control (Movib 2008), München, September 15-18, 2008

Klöpper, B.; Romaus, C.; Schmidt, A.; Vöcking, H.; Donoth, J.: Defining Plan Metrics for Multi-Agent Planning within Mechatronic Systems. ASME 2008 - International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE), Brooklyn, NY, USA, August 3-6, 2008

Klöpper, B.; Romaus, C.; Schmidt, A.; Vöcking, H.: A Multi-Agent Planning Problem for the Coordination of Function Modules. 7th International Heinz Nixdorf Symposium: Self-optimizing Mechatronic Systems - Designing the Future, Paderborn, February 20-21, 2008, S. 377-393.

Münch, E.; Adelt, P.; Krüger, M.; Kleinjohann, Bernd; Trächtler, A.: Hybrid Planning and Hierarchical Optimization of Mechatronic Systems. International Conference on Control, Automation and Systems 2008 (ICCAS), Coex, Seoul, Korea, October 14-17, 2008

Münch, E.; Gambuzza, A.; Paiz, C.; Pohl, C.; Pormann, M.: FPGA-in-the-Loop Simulations with CAMEL-View. 7th International Heinz Nixdorf Symposium: Self-optimizing Mechatronic Systems - Designing the Future, Paderborn, February 20-21, 2008

Nachtigal, V.; Jäker, K.-P.; Trächtler, A.: Development and Control of a Quarter-Vehicle Testbed for a Fully Active X-by-Wire Demonstrator. 9th International Symposium on Advanced Vehicle Control (AVEC 2008), Kobe, Japan, October 6-9, 2008

Oberthür, S.; Znamenshchikov, A.; Klöpfer, B.; Vöcking, Henner: Improved Flexible Resource Management by Means of Look-Ahead Scheduling and Bayesian Forecasting. 7th International Heinz Nixdorf Symposium: Self-optimizing Mechatronic Systems - Designing the Future, Paderborn, February 20-21, 2008, S. 361-376

Schäfer, E.; Jäker, K.-P.; Trächtler, A.: Modellbildung, Analyse und Regelung eines aktiv gefederten Fahrzeugs. 4. VDI/VDE-Fachtagung zur Steuerung und Regelung von Fahrzeugen und Motoren (AUTOREG 2008), Baden-Baden, 12.-13. Februar, 2008, S. 409

Sondermann-Wölke, C.; Müller, T.; Geisler, J.; Trächtler, A.; Böcker, J.: The Active Guidance Module of a Rail-Bound Vehicle as an Application of Dependability Oriented Design in Self-Optimizing Systems. ASME 2008 - International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE), Brooklyn, NY, USA, August 3-6, 2008

Vöcking, H.; Trächtler, A.: Self-optimization of an Active Suspension System Regarding Energy Requirements. International Conference of Control, Automation and Systems 2008 (ICCAS), Coex, Seoul, Korea, October 14-17, 2008

Wielenberg, A.; Harchenko, J.; Jäker, K.-P.; Trächtler, A.: Modellbasierte Entwicklung eines volltragenden, vollaktiven Federungssystems für ein geländegängiges Nutzfahrzeug. 4. VDI/VDE-Fachtagung zur Steuerung und Regelung von Fahrzeugen und Motoren (AUTOREG 2008), Baden-Baden, 12.-13. Februar, 2008

Zeinelid, T.: Modeling the Process of Drying Stationary Objects inside a Tumble Dryer Using COMSOL Multiphysics. Projektbericht, RtM, Universität Paderborn, 2008

## Promotionen

Dr.-Ing. Oliver Oberschelp

### Strukturierter Entwurf selbstoptimierender mechatronischer Systeme

Die Anforderungen an industrielle Erzeugnisse waren noch nie so hoch wie in der heutigen Zeit. Dies gilt im besonderen Maße für Systeme des Maschinenbaus. Die globalen Märkte fordern immer leistungsfähigere Produkte in immer kürzerer Folge; gleichzeitig erlaubt der Marktdruck keine weitere Steigerung der Kosten. Mit jeder Generation werden die Produkte immer komplexer – ein Beispiel für diese Entwicklung ist die Automobilindustrie. Vor diesem Hintergrund gilt es nun, Produkte zu entwickeln, die in der Lage sind, ihre Funktionsqualität nicht nur aufrecht zu erhalten, sondern selbstständig zu verbessern. Systeme, die diese Eigenschaft aufweisen, sind selbstoptimierende mechatronische Systeme. Die Arbeit von Dr. Oliver Oberschelp stellt die Grundlagen für die Entwicklung von selbstoptimierenden mechatronischen Systemen dar. Schwerpunkte bilden die Bereiche strukturierte Entwicklung, Methoden der Optimierung, Rekonfiguration, Numerik und Informationsverarbeitung. Verschiedene Anwendungsbeispiele, unter anderem aus dem Bereich des Projektes „RailCab - Neue Bahntechnik Paderborn“, verdeutlichen das große Potential der Selbstoptimierung.

Dr.-Ing. Joachim Schmitz

### Ein strukturierter Entwurfsprozess für mechatronische Systeme und dessen Abbildung durch Workflows im Rechner

Mechatronische Systeme beruhen auf dem synergetischen Zusammenwirken mehrerer Technologien aus unterschiedlichen Ingenieursdisziplinen. Aufgrund des vernetzten Zusammenspiels der verschiedenen Wissensdomänen ergibt sich eine hohe Systemkomplexität. Die massiven Wechselwirkungen zwischen den beteiligten Komponenten müssen bereits in den frühen Phasen des Entwurfsprozesses berücksichtigt werden, um eine gesamtoptimierte Lösung zu erhalten. Die dabei eingesetzten Systemmodelle bilden zwar das Systemverhalten ab, beinhalten jedoch keine Informationen darüber, wie das System entstanden ist und welche Auslegungs- und Berechnungsverfahren eingesetzt wurden. Obwohl das Wissen über die eingesetzte Entwurfsmethodik eine Schlüsselkompetenz innerhalb eines Unternehmens darstellt, fehlt es an einer geeigneten formalen Beschreibungsform, die sowohl zur Dokumentation als auch zum Know-How-Transfer herangezogen werden kann. Dr. Joachim Schmitz stellt in seiner Arbeit eine Workflow-Beschreibungssprache vor mit deren Hilfe die Arbeitsschritte zum Systementwurf in ausführbaren Workflow-Modellen abgebildet werden können. Während die Systemmodelle das Wissen über die Systemeigenschaften komprimiert speichern, archivieren Workflows das Wissen über die Methodik, die z. B. für die Reglerauslegung angewendet wird.

## Messen, Tagungen, Seminare

7. Internationalen Heinz Nixdorf Symposium Selbstoptimierende mechatronische Systeme: Die Zukunft gestalten

HNI-Symposium 2008 20. und 21. Februar 2008, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn

IdeenPark 2008

17. bis 25. Mai 2008, Neue Messe Stuttgart

7. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung

5.-6. Juni 2008, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn

## Weitere Funktionen

- Studiendekan
- Projektleiter RailCab
- Vorstand des L-LAB
- Mitglied der Graduate School on Dynamic Intelligent Systems
- Mitglied im IFAC TC 7.1 Automotive Control
- Stellvertretender Leiter des VDI/VDE GMA Fachausschusses 7.62 (Steuerung und Regelung von Kraftfahrzeugen und Verbrennungsmotoren)
- Mitarbeit in den VDI/VDE GMA Fachausschüssen
- 7.61 (Automatisierung für Schienenverkehrssysteme), 4.15 (Mechatronik)

## Spin-Offs

MLaP

Mechatronik-Laboratorium Paderborn, gegründet 2006, bietet Dienstleistungen an in den Bereichen Entwurf mechatronischer Systeme, Regelungs- und Steuerungstechnik. Spezielle Anwendungen sind die Entwicklung elektrohydraulischer Aktoren für aktive Fahrwerksysteme und die Reglerauslegung



für die Aktorsysteme und für das Gesamtfahrzeugverhalten. Außerdem umfasst das Dienstleistungsangebot die Durchführung von Machbarkeitsstudien und Konzeptvergleichen, kundenspezifische Prüfstandsuntersuchungen in Hardware-in-the-Loop-Umgebungen und die Entwicklung und Erprobung von Prototypen und Prüfständen. Der Name MLaP ist eine Reminiszenz an die Verdienste von Prof. Joachim Lückel, der die Mechatronik in Paderborn begründet hat.  
[www.mlap.de](http://www.mlap.de)

### Aktuelle Forschungsprojekte

**SFB 614 Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus:**

Beteiligung an den Teilprojekten C3 Agentenbasierte Regler, D1 Selbstoptimierende Funktionsmodule und D2 Fahrzeug und Konvoi. Ziel sind die Entwicklung und Realisierung selbstoptimierender mechatronischer Systeme in Hardware und Software und der Test der im SFB 614 gewonnenen Erkenntnisse, Methoden und Verfahren an anspruchsvollen Beispielen.

*Förderinstitution: DFG*

**Aktives Fahrwerk für ein schweres Geländefahrzeug:** Entwicklung und Entwurf eines aktiven Federungs-systems für ein geländegängiges Radfahrzeug; Modellgestützte Optimierung der Fahrwerksabstimmung und Aktorik, bestehend aus reversierbaren Flügelzellenpumpen und Gleichlauf-HP-Zylindern; Entwurf und Optimierung der Fahrzeugregelung am Modell, Erprobung der Aktorik und Regler am Prüfstand; anschließend Einbau in ein Testfahrzeug und Fahrerprobung.

*Förderinstitution: Bundeswehr*

**Aktive und semiaktive Federung eines leichten Kettenfahrzeugs:**

Inhalte des Projektes sind die Modellierung,

Reglersynthese, Simulation, Konstruktion und Realisierung eines aktiven Fahrwerks mit Geländetauglichkeit.

*Projektpartner: Bundeswehr*

**Neue Bahntechnik Paderborn/RailCab:**

Verbundprojekt zur Entwicklung eines innovativen Bahnsystems, das moderne Fahrwerkstechnologie mit den Vorteilen des Transrapid und der Nutzung der bestehenden Bahntrassen vereint.

*Förderinstitution: Universität Paderborn*

**Ride-Comfort Modelling for HiL Simulations of Automotive ECUs:**

Automatische Generierung echtzeitfähiger Bewegungsgleichungen höherfrequenter Komfortfunktionen von Pkw für Hardware-in-the-Loop-Simulationen. Das Ziel der Forschung ist die Vereinfachung der Steuergeräteapplikation durch Erweiterung der Modellierungstiefe in einem frühen Stadium der Steuergeräteentwicklung.

*Förderinstitution: International Graduate School*

**Chamäleon:**

Mechatronischer Entwurf und Realisierung eines elektrischen, vollaktiven X-by-Wire-Versuchsfahrzeugs „Chamäleon“. Das Fahrzeug soll als Demonstrator für die Vernetzung von Fahrdynamikregelsystemen sowie der Erprobung neuer Entwicklungsmethoden und Werkzeuge dienen.

*Förderinstitution: internes Projekt*

**Plattformmodell für die verteilte mechatronische Entwicklung:**

Das Plattformmodell erlaubt eine Trennung von Reglerentwurf und der Adaption des Reglers an eine spezielle Hardware. Des Weiteren bildet es die Basis für Analysen des Zusammenspiels von Regler und Hardware und bei der Systemdimensionierung.

*Förderinstitution: internes Projekt*

**Parallelroboter TriPlanar**

Weiterentwicklung des Roboters zu einer flexiblen Arbeitsplattform für 6-DOF Positionier-, Mess- und Fertigungsaufgaben: Das System dient zudem der Untersuchung einer modellbasierten Kalibrierung mittels Selbstoptimierung. Ziel ist die Identifikation fertigungs- und montagebedingter Geometriefehler. Mit Kenntnis dieser Fehler sind eine effiziente, realitätsnahe mathematische Beschreibung der TriPlanar-Kinematik und somit die Erhöhung der Positioniergenauigkeit möglich.

*Förderinstitution: internes Projekt*

### Aktuelle Industriekooperation

**Energiemanagement für Kraftfahrzeuge:**

Gegenstand der Forschung sind die Simulation der Energieflüsse im Kfz sowie die Optimierung des Energiemanagements. Ziel des Projekts ist die Ermittlung des Einsparpotentials beim Primärenergiebedarf bzw. den CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftfahrzeugen.

*Förderinstitution: Volkswagen AG*

**Modellbildung Papiertransport:**

Ziel ist die Erforschung der physikalischen Vorgänge beim Transport und beim Vereinzeln von Banknoten mit Hilfe eines speziellen Prüfstands und deren Modellierung als Mehrkörpersystem (MKS).

*Förderinstitution: Wincor Nixdorf AG*

**Modellbildung Trockenprozess:**

Ein Projekt zur Untersuchung und Simulation des Trocknungsprozesses eines Wäschetrockners. Insbesondere wird die Modellierung des Bewegungsverhaltens der Wäsche in Kombination mit den thermodynamischen Prozessen und dem System Wäschetrockner betrachtet.

# Fachgruppe Paralleles Rechnen

Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien

## Publikationen

### To Appear

Robert Elsässer, Thomas Sauerwald, Cover Time and Broadcast Time, in Proc. of the 26th International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS'09)

Benjamin Doerr, Marvin Künnemann, Tobias Friedrich, Thomas Sauerwald, Quasirandom Rumor Spreading: An Experimental Analysis Workshop on Algorithm Engineering & Experiments (ALENEX'09)

Robert Elsässer, Thomas Sauerwald, On the Runtime and Robustness of Randomized Broadcasting Theoretical Computer Science

Thomas Sauerwald, On Mixing and Edge Expansion Properties in Randomized Broadcasting Algorithms, to appear in Proc. of the 27th Annual ISAAC 2007 papers)

Dominic Dumrauf, Burkhard Monien, On the Road to PLS-Completeness: 8 Agents in a Singleton Congestion Game, To appear in Proc. of the 4th International Workshop On Internet And Network Economics (WINE'08)

Dominic Dumrauf, Burkhard Monien, Karsten Tiemann, MultiProcessor Scheduling is PLS-complete, To appear in Proceedings of the 42nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'09)

Henning Meyerhenke, Burkhard Monien, Thomas Sauerwald, A New Diffusion-based Multilevel Algorithm for Computing Graph Partitions of Very High Quality, To appear in Proc. 22nd IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'08)

Yvonne Bleischwitz, Burkhard Monien, Fair Cost-Sharing Methods for Scheduling Jobs on Parallel Machines, To appear in Journal of Discrete Algorithms

Florian Schoppmann, The Power of Small Coalitions in Cost Sharing, in Proceedings of the 4th International Workshop on Internet and Network Economics (WINE'08)

### 2008

Marios Mavronicolas, Thomas Sauerwald, The Impact of Randomization in Smoothing Networks, in Proc. of the 27th Annual ACM SIGACT-SIGOPS Symposium on Principles of Distributed Computing (PODC 2008), 345-354, 2008 (invited to a special issue of Distributed Computing)

Thomas Sauerwald, Dirk Sudholt, Self-Stabilizing Cuts in Synchronous Networks, in Proc. of the 15th International Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO 2008), 234-246, 2008 (invited to a special issue of Theoretical Computer Science)

Benjamin Doerr, Tobias Friedrich, Thomas Sauerwald, Quasirandom Rumor Spreading, in Proc. of the 19th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA 2008), 773-781, 2008

Robert Elsässer, Leszek Gasieniec, Thomas Sauerwald, On Radio Broadcasting in Random Geometric

Graphs, in Proc. of the 22nd International Symposium on Distributed Computing (DISC'08), 212-226, 2008

Petra Berenbrink, Robert Elsässer, Tom Friedetzky, Efficient Randomised Broadcasting in Random Regular Networks with Applications in Peer-to-Peer Systems, in Proc. of the 27th Annual ACM SIGACT-SIGOPS Symposium on Principles of Distributed Computing (PODC'08), 155-164, 2008

Robert Elsässer, Thomas Sauerwald, The Power of Memory in Randomized Broadcasting, in Proc. of the 19th Annual ACM/SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA'08), 218-227, 2008

Yvonne Bleischwitz, Florian Schoppmann, Group-Strategyproof Cost Sharing for Metric Fault Tolerant Facility Location, in Proceedings of the 1st International Symposium on Algorithmic Game Theory (SAGT'08). Lecture Notes in Computer Science. Volume 4997. Springer Berlin / Heidelberg

Yvonne Bleischwitz, Florian Schoppmann, New Efficiency Results for Makespan Cost Sharing, Information Processing Letters. Volume 107, Issue 2, 64-70, 2008

Martin Gairing, Thomas Lücking, Marios Mavronicolas, Burkhard Monien, Manuel Rode, Nash Equilibria in Discrete Routing Games with Convex Latency Functions, Journal of Computer and System Sciences 74, 1199-1225, 2008

Marios Mavronicolas, Burkhard Monien, Vicky Papadopolou, How Many Attackers Can Selfish Defenders Catch It? CD-ROM Proc. of the 41st Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'08), 470-480, 2008

Martin Gairing, Burkhard Monien, Karsten Tiemann, Selfish Routing with Incomplete Information, Theory of Computing Systems, 42(1), 91-130, 2008

Marios Mavronicolas, Burkhard Monien, Vicky Papadopolou, Florian Schoppmann, Voronoi Games on Cycle Graphs, in Proc. Of the 33rd International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS'08), LNCS 5126, 503-514, 2008

Henning Meyerhenke, Burkhard Monien, Thomas Sauerwald, A new diffusion-based multilevel algorithm for computing graph partitions of very high quality, in Proc. Of the 22nd International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'08). IEEE Computer Society, 2008. Best Algorithms Paper Award.

Burkhard Monien, Ulf-Peter Schroeder, Conference Proceedings of the 1st International Symposium on Algorithmic Game Theory (SAGT 2008). LNCS 499, 2008

## Messen, Tagungen, Seminare

AEOLUS Spring School on Algorithmic Principles of Selfishness and Mechanism Design  
28.-29.04.2008, Paderborn

1st Symposium on Algorithmic Game Theory  
30.04.-02.05.2008, Paderborn

## Weitere Funktionen

- Mitglied der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften
- Mitglied des „acatech (Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften)“
- Vize-Präsident der „European Association of Theoretical Computer Science“
- Assoziiertes Mitglied des HNI-Vorstands
- Mitglied des Vorstands des PC<sup>2</sup>
- Mitglied des Vorstands der „Graduate School on Dynamic Intelligent Systems“
- Mitglied des Vorstands des PaSCo „Paderborn Institute for Scientific Computation“

## Patente, Preise, Auszeichnungen

Wahl zum Vize-Präsidenten der „European Association of Theoretical Computer Science“

## Aktuelle Forschungsprojekte

DFG-Sonderforschungsbereich „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“  
(SFB 614)

Teilprojekt A1: Modellorientierte Selbstoptimierung

DFG-Schwerpunktprogramm 1307 „Algorithm Engineering“  
Teilprojekt: „Disturbed Diffusion for Partitioning and Clustering Graphs“  
Forschungsgebiet: Graph-Partitionierung, Lastbalancierung, Graph-Clustering.

EU-Project „AEOLUS – Algorithmic Principles for Building Efficient Overlay Computers“  
(FP6-015964)

Partner: Centre National de la Recherche Scientifique CNRS (F), Università di Roma "La Sapienza" (I), Computer Science Institute in Patras (GR), Telecom Italia Learning Services S.p.A. (I), Università degli studi di Salerno (I), Max-Planck-Institut für Informatik in Saarbrücken (D), University of Ioannina (GR), Université de Geneve (CH), Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (D), Università degli studi di Roma "Tor Vergata" (I), Universitat Polytechnica de Catalunya in Barcelona (E), National and Kapodistrian University of Athens (GR), Università degli studi di Padova (I), Eidgenössische Technische Hochschule Zuerich (CH), Katholieke Universiteit Leuven (B), Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (F), University of Cyprus (CY), Univerzita Karlova v Praze (CZ), Cybernetica AS (Estonia).

The objectives of the Integrated Project AEOLUS are:  
1. To identify and study the important fundamental problems and investigate the corresponding algorithmic principles related to overlay computers running on global computers.

2. To identify the important functionalities such an overlay computer should provide as tools to the programmer, and to develop, rigorously analyze and experimentally validate algorithmic methods that can make these functionalities efficient, scalable, fault-tolerant, and transparent to heterogeneity.

3. To provide improved methods for communication and computing among wireless and possibly mobile nodes so that they can transparently become part of larger Internet-based overlay computer.

4. To implement a set of functionalities, integrate them under a common software platform (the Overlay Computer Platform) in order to provide the basic primitives of an overlay computer, as well as build sample services on this overlay computer, thus providing a proof-of-concept for our theoretical results.

#### Aktuelle Industriekooperationen

„Einsatz von Operations Research Verfahren in der Flugplanung“

Auftraggeber: Lufthansa Systems

## Fachgruppe Angewandte Physik/Integrierte Optik

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Sohler

#### Publikationen

A. Martin, V. Cristofori, P. Aboussouan, D.B. Ostrowsky, H. Herrmann, W. Sohler, O. Alibart, and S. Tanzilli: "Integrated optical source of polarization entangled photons at 1310 nm", 1st Conference on Secure Communication based on Quantum Cryptography, Wien, October 2008

A. Thomas, H. Herrmann, V. Quiring, R. Ricken, and W. Sohler: "Packaged integrated SPDC photon pair source with polarisation splitter", 1st Conference on Secure Communication based on Quantum Cryptography, Wien, October 2008

D. Büchter, H. Herrmann, C. Langrock, M. Fejer, and W. Sohler: "Integrated optical PPLN transmitter and receiver modules for wavelength conversion of C-band signals to / from the mid infrared", ECOC 2008, Brussels, September 2008, paper P2.24

E. Ip, D. Büchter, C. Langrock, J. M. Kahn, H. Herrmann, W. Sohler, and M. Fejer: "QPSK transmission over free-space link at 3.8  $\mu\text{m}$  using coherent detection with wavelength conversion", ECOC 2008, Brussels, September 2008, paper Tu.3.E.7

M. García Granda, H. Hu, W. Sohler, and J. Rodríguez García: "Novel structures for broadband electrooptic modulators in LiNbO<sub>3</sub>", Proc. 14th European Conference on Integrated Optics (ECIO'08), Eindhoven, Netherlands, pp. 79-82 (2008), paper WeD4

H. Hu, R. Ricken and W. Sohler: "Etching of Lithium Niobate: from ridge waveguides to photonic crystal structures", Proc. 14th European Conference on Integrated Optics (ECIO'08), Eindhoven, Netherlands, pp. 75-78 (2008)

L. Gui, H. Hu, M. Garcia-Granda, W. Sohler, G. Berth and A. Zrenner: "Ferroelectric microdomains in plasma-etched ridges on X-cut Lithium Niobate", Proc. 14th European Conference on Integrated Optics (ECIO'08), Eindhoven, Netherlands, pp. 71-74 (2008)

A. Martin, V. Cristofori, P. Aboussouan, D.B. Ostrowsky, A. Thomas, H. Herrmann, W. Sohler, O. Alibart, and S. Tanzilli: "Integrated optical source of polarization entangled photons at 1310 nm", Proc. 14th European Conference on Integrated Optics

(ECIO'08), Eindhoven, Netherlands, post-deadline paper (2008), paper FrPD1

S. Brustlein, L. Del Rio, A. Tonello, L. Delage, and F. Reynaud, H. Herrmann and W. Sohler: "Laboratory demonstration of an infrared-to-visible up-conversion interferometer for spatial coherence analysis", Physical Review Letters, vol. 100, 153903 (2008)

W. Sohler, D. Büchter, H. Herrmann, H. Hu, V. Quiring, S. Reza, R. Ricken, H. Suche, A. Thomas, and C. Vannahme: "Integrated photonics in LiNbO<sub>3</sub>: recent developments", 1st Mediterranean Photonics Conference, Ischia, June 2008 (invited)

W. Sohler, H. Hu, R. Ricken, V. Quiring, C. Vannahme, H. Herrmann, D. Büchter, S. Reza, W. Grundkötter, S. Orlov, H. Suche, R. Nouroozi, and Y.H. Min: "Integrated Optical Devices in Lithium Niobate", Optics & Photonics News, Jan. 2008, p. 24-31

G. Berth, K.-P. Hüsich, V. Wiedemeier, V. Quiring, W. Sohler, A. Zrenner: "Analysis and visualization of ferroelectric domain structures by nonlinear confocal microscopy", Nonlinear Microscopy and Optical Control (NMOC 2008) Münster, Febr. 2008, p. 7

R. Geiss, R. Schiek, T. Pertsch, A. Chipouline, O. Egorov, F. Lederer, W. Sohler, and A. Tünnermann: "Nonlinear Effects in PPLN Waveguide Resonators", 6th Intern. Conf. on Optics Design and Fabrication (ODF 2008) Taipei/Taiwan, 9-11 June 2008

G. Berth, V. Wiedemeier, K.-P. Hüsich, A. Zrenner, L. Gui, H. Hu, and W. Sohler: "Imaging of ferroelectric micro-domains in X-cut lithium niobate by confocal second harmonic microscopy", 9th European Conference on Applications of Polar Dielectrics (ECAPD'9), Rom, 26-29 August 2008

A. Martin, V. Cristofori, P. Aboussouan, D.B. Ostrowsky, P. Baldi, M.P. De Micheli, A. Thomas, H. Herrmann, W. Sohler, O. Alibart, and S. Tanzilli: "Realization and characterization of an integrated optical source of polarization entangled photons at telecom wavelength", European Optical Society (EOS) Annual Meeting 2008, Paris, 29 September - 2 October 2008



# Fachgruppe Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

## Publikationen

Peckhaus, V. mit P. Bernhard (Herausgabe): *Methodisches Denken im Kontext*. Festschrift für Christian Thiel, mit einem unveröffentlichten Brief Gottlob Freges, mentis Verlag: Paderborn 2008, 471 S. (ISBN 978-3-89785-594-6).

Peckhaus, V.: *Stilarten mathematischen Schaffens. Über völkische und nationalistische Kategorisierungen abstrakten Denkens*, in: Klaus Robering (Hg.), 'Stil' in den Wissenschaften, Nodus Publikationen: Münster 2007, 39-49.

Peckhaus, V., mit P. Bernhard: *Vorwort*, in: P. Bernhard/V. Peckhaus (Hgg.), *Methodisches Denken im Kontext*. Festschrift für Christian Thiel. Mit einem unveröffentlichten Brief Gottlob Freges, mentis Verlag: Paderborn 2008, 9-12.

Peckhaus, V.: *Logik als Ethik des Denkens: Der Tübinger Philosoph Christoph Sigwart (1830-1904) und die Logik des 19. Jahrhunderts*, in: Peter Bernhard/Volker Peckhaus (Hgg.), *Methodisches Denken im Kontext*. Festschrift für Christian Thiel. Mit einem unveröffentlichten Brief Gottlob Freges, mentis Verlag: Paderborn 2008, 101-113.

Peckhaus, V.: *W. R. Hamilton (1805-1865)*, in: Michel Weber/Will Desmond (Hgg.), *Handbook of Whiteheadian Process Thought*, Ontos Verlag: Frankfurt a.M. u.a. 2008, 332-338.

Peckhaus, V.: *Logic and Metaphysics: Heinrich Scholz and the Scientific World View*, *Philosophia Mathematica* (3) 16 (2008), 78-90.

Peckhaus, V.: 6 Artikel in Jürgen Mittelstraß (Hg.): *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*, 2., neubearb. u. wesentl. erg. Aufl., Bd. 3: G–Inn, J.B. Metzler: Stuttgart/Weimar 2008 („Galois, Évariste“, „Graßmann, Robert“, „Gregory, Duncan Farquharson“, „Grellingsche Antinomie“, „Genidentität“, „Hermes, Hans“).

Peckhaus, V.: 5 Rezensionen in *Mathematical Reviews* 2007.

Peckhaus, V.: 10 Rezensionen in *Zentralblatt für Mathematik und ihre Grenzgebiete* 2007

## Weitere Funktionen

- Dekan der Fakultät für Kulturwissenschaften der Universität Paderborn
- Mitglied des Senats der Universität Paderborn
- Mitglied des Vorstands der Deutschen Vereinigung für Mathematische Logik und Grundlagenforschung der exakten Wissenschaften (DVMLG)
- Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte
- Ständiger Vertreter des Deutschen Nationalkomitees der Division for Logic, Methodology and Philosophy of Science im Deutschen Nationalkomitee der Division of History of Science in der International Union of the History and Philosophy of Science.
- Editor-in-Chief der Zeitschrift *History and Philosophy of Logic*.
- (Mit-) Herausgeber der Zeitschrift *Mathematische Semesterberichte*.
- Review Editor for *History of Logic* der Zeitschrift *Bulletin of Symbolic Logic*
- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift *The Review of Modern Logic*
- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift *Historia Mathematica*
- Mitglied des Comité Scientifique der Zeitschrift *Philosophia Scientiae*
- Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Zeitschrift *Philosophisches Jahrbuch der Görres-Gesellschaft*
- Mitglied des Editorial Boards der Buchreihe *History of Analytic Philosophy*

## Aktuelle Forschungsprojekte

*Dynamische Basisontologie und kooperative Semantiken*, gefördert durch das Heinz Nixdorf Institut (Hagengruber, Peckhaus, Reichenberger)

*Die Berliner Gruppe: Vorgeschichte, Geschichte, Erbe*, gefördert durch die Thyssen-Stiftung (Peckhaus, Milkov)

Mitwirkung im Editionsprojekt *Oskar Becker*, gefördert durch die DFG (Peckhaus)

*History of Women Philosophers and Scientists* (Hagengruber, Reichenberger, Rodrigues, Obraz)

# So finden Sie das Heinz Nixdorf Institut:

## Anreise mit dem Auto

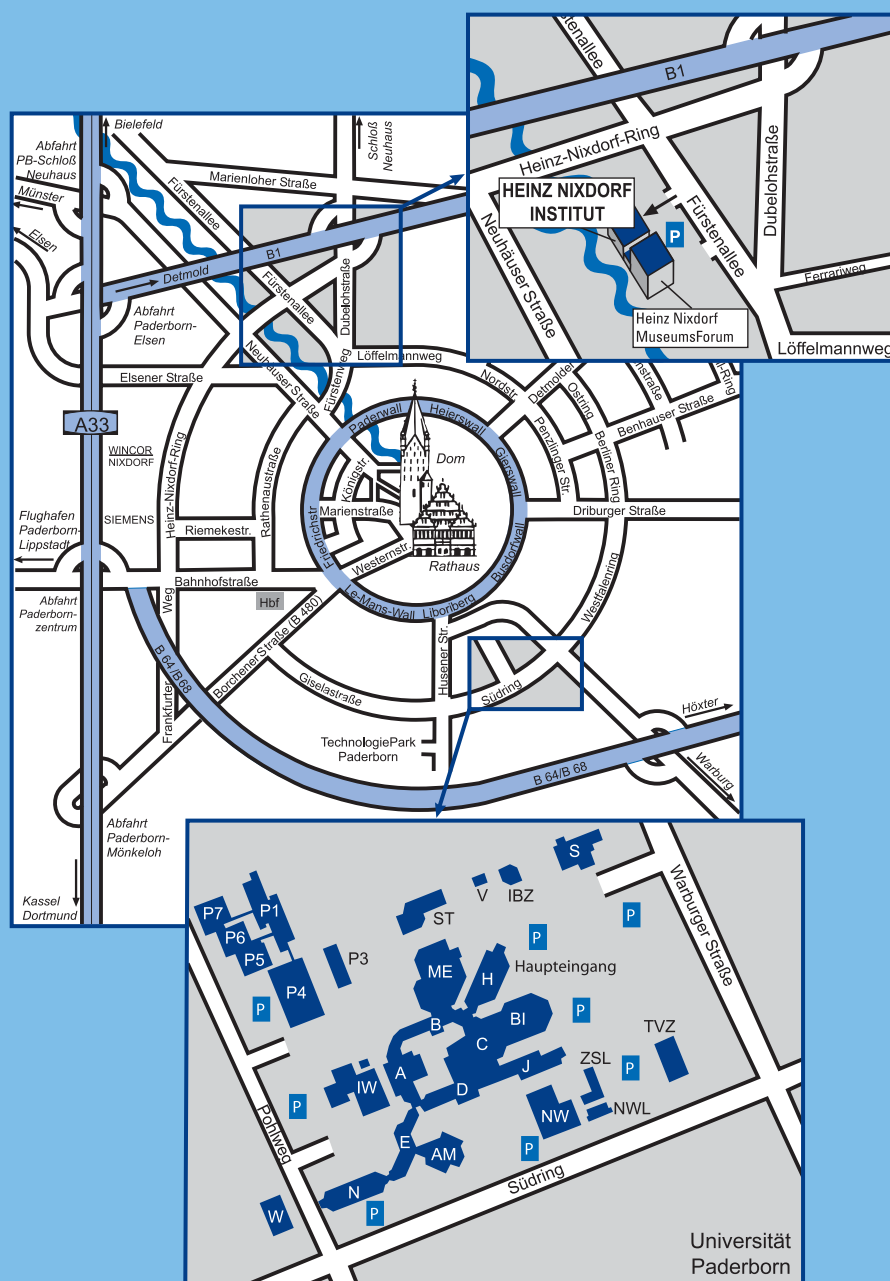
Verlassen Sie die Autobahn A33 an der Ausfahrt Paderborn-Elsen. Biegen Sie auf die Bundesstraße B1 und folgen der Beschilderung nach Bad Lippspringe/Detmold. Nach ca. 1,5 km fahren Sie an der Ausfahrt Paderborn/Schloss-Neuhaus von der Bundesstraße B1 ab. An der Ampelkreuzung (Heinz-Nixdorf-Ring, Dubelohstraße) fahren Sie geradeaus auf den Heinz-Nixdorf-Ring und biegen an der nächsten Ampelkreuzung (Heinz-Nixdorf-Ring, Fürstenallee) links in die Fürstenallee. Das Heinz Nixdorf Institut liegt auf der rechten Seite nach ca. 300 m.

## Anreise mit dem Flugzeug

Vom Flughafen Paderborn/Lippstadt nehmen Sie die Buslinie 400/460 in Richtung Paderborn HBF. Vom Hauptbahnhof fahren Sie mit der Linie 11 in Richtung Thuner Siedlung bis zur Haltestelle MuseumsForum (Gesamtfahrzeit ca. 50 Minuten).

## Anreise mit der Bahn

Vom Paderborner Hauptbahnhof nehmen Sie den Bus der Linie 11 Richtung Thuner Siedlung bis zur Haltestelle MuseumsForum (Fahrzeit ca. 10 Minuten).



# Impressum:

## Herausgeber

Heinz Nixdorf Institut  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier  
(Vorstandsvorsitzender)

## Redaktion & Koordination

Dipl.-Inform. Helene Waßmann  
Telefon: +49 (0) 5251|60 62 27  
E-Mail: [redaktion@hni.upb.de](mailto:redaktion@hni.upb.de)

## Kontakt

Kerstin Hille  
Heinz Nixdorf Institut  
Universität Paderborn  
Fürstenalle 11  
33102 Paderborn  
Telefon: +49 (0) 5251|60 62 11  
Telefax: +49 (0) 5251|60 62 12  
<http://www.hni.uni-paderborn.de>

## Auflage

1.300 Exemplare

## Realisierung und Herstellung

Kirsten Schauerte  
Svenja Kies

## Technische Unterstützung

code-x GmbH | Technologiepark 21 |  
33100 Paderborn | <http://www.code-x.de>

## Druck

W.V. Westfalia Druck GmbH | Eggertstraße 17 |  
33100 Paderborn | <http://www.westfaliadruck.de>

## Berichtszeitraum:

01.01. bis 31.12.2008

ISSN 1619-3679

Der Jahresbericht des Heinz Nixdorf Instituts erscheint weitestgehend auf der Grundlage der neuen amtlichen Rechtschreibung.

©Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn  
Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten.  
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.





**HEINZ NIXDORF INSTITUT**  
Universität Paderborn

Fürstenallee 11  
33102 Paderborn  
Telefon +49 (0) 5251|60 62 11  
Telefax +49 (0) 5251|60 62 12  
<http://www.hni.uni-paderborn.de>