

# spektrum

2006 – DAS JAHR DER INFORMATIK



# Editorial



Präsident der  
Universität Bayreuth  
Prof. Dr. Dr. h.c.  
Helmut Ruppert

In der noch nicht allzu langen Geschichte der Universität Bayreuth ist die Informatik eines ihrer jüngsten Kinder. Gewiss, die Informatik war in ihrer Grunddisziplin schon sehr früh mit der Mathematik an der Universität Bayreuth verbunden, aber sie spielte zu dieser Zeit doch eine untergeordnete – sozusagen dienende – Rolle.

Im Hochschulentwicklungsplan 2000 – 2004 der Universität Bayreuth wurde die Angewandte Informatik als Forschungs-, Lehr- und Dienstleistungsdisziplin umgesetzt. Vor dem Hintergrund der rasanten Weiterentwicklung der informatischen Methoden in fast allen Wissenschaftsdisziplinen bestand an der Universität Bayreuth Grundkonsens darüber, dass die Angewandte Informatik in hervorragender Weise das praxisorientierte Forschungs- und Lehrprofil der Universität Bayreuth abrunden bzw. flankieren würde. Insbesondere die wichtigen Verbindungen der Infor-

matik zu den Ingenieurwissenschaften, den Natur- und den Wirtschaftswissenschaften galt es zu stärken. Wissenschaftlich wurden hier bereits in den letzten Jahren neue Perspektiven und Impulse an der Universität Bayreuth aufgezeigt.

Neue Lehrprogramme im BSc und MSc Angewandte Informatik mit den Schwerpunkten in der Ingenieurinformatik, der Bioinformatik und der Umweltinformatik konnten entwickelt werden. Die Wirtschaftsinformatik hat sich als wichtiges Kombinationsfach und Kernmodul an der Universität Bayreuth entwickelt. Zusätzlich gelang es in Verbindung mit wichtigen Schulfächern, wie Mathematik, Physik und Wirtschaftswissenschaften, auch das Lehramt Informatik für die Lehramtsstudiengänge Realschule und Gymnasium anzubieten.

Mit teilweise internen Umwidmungen innerhalb der Universität Bayreuth gelang es, bis heute acht

Professuren der Angewandten Informatik einzurichten, doch besteht noch ein dringender Ergänzungsbedarf, insbesondere im Bereich der Multimediasysteme und der Bildverarbeitung.

Räumlich ist die Angewandte Informatik noch auf mehrere Flächen des Campus und im Gebäude am Geschwister-Scholl-Platz verteilt. Dringend bedarf es einer Zusammenführung der Angewandten Informatik in einem Gebäude. Aus Sondermitteln des Freistaates Bayern wurden im Jahre 2005 nun 12,3 Mio € für den Bau eines Gebäudes Angewandte Informatik bewilligt. Der Bau startete im März 2006 und wir freuen uns auf die Bezugsfertigkeit nach zwei Jahren Bauzeit im März 2008.

## Titelbild



Angewandte Informatik:  
Roboter müssen trainiert  
werden für Hol- und Bring-  
dienste wie etwa in der Auto-  
Produktion.

## Impressum

Redaktion:  
Pressestelle der Universität Bayreuth  
Jürgen Abel, M.A. (ViSdP)  
Anschrift: 95440 Bayreuth  
Telefon (09 21) 55-53 23/4  
Telefax (09 21) 55-53 25  
pressestelle@uni-bayreuth.de  
<http://www.uni-bayreuth.de>

Kürzungen und Bearbeitung eingesandter Manuskripte behält sich die Redaktion vor.  
Alle Beiträge sind bei Quellenangaben frei zur Veröffentlichung. Belegexemplare sind erwünscht.

Herausgeber:  
Der Präsident der Universität Bayreuth

Satz und Layout:  
Andreas Gaube, Mediendesign, Bayreuth  
Telefon (09 21) 5 07 14 41  
[spektrum-bayreuth@a-g-systems.de](mailto:spektrum-bayreuth@a-g-systems.de)

Auflage: 4500 / dreimal jährlich  
Druck: Ellwanger Bayreuth  
Telefon (09 21) 500-113

# Inhalt

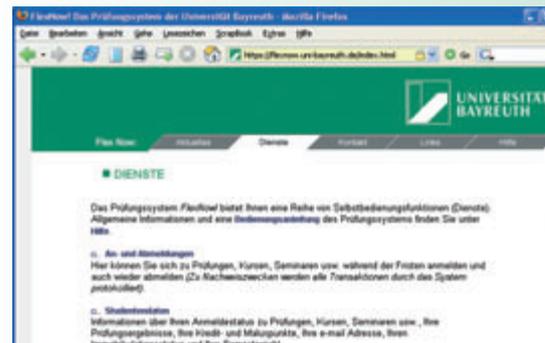
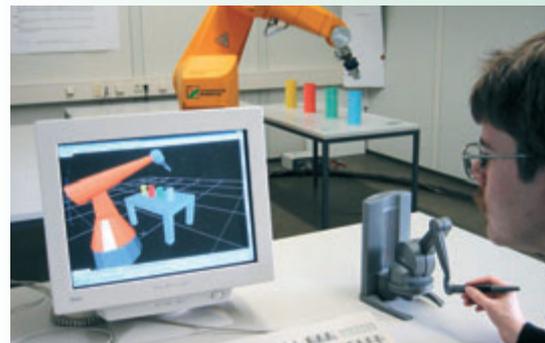
## 2006 – Jahr der Informatik

### Titelthema

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Zum Jahr der Informatik ..... | 4 |
|-------------------------------|---|

### Informatik in Bayreuth

|  |    |
|--|----|
| Lehrstuhl für Angewandte Informatik I – Softwaretechnik .....  | 6  |
| Lehrstuhl für Angewandte Informatik II –<br>Parallele und verteilte Systeme .....  | 10 |
| Der Bachelor- und Masterstudiengang in der Angewandten Informatik ..   | 13 |
| Sichere Zusammenarbeit von Mensch und Roboter –<br>Neues DFG-Projekt bewilligt .....   | 16 |
| Lehrstuhl für Angewandte Informatik III –<br>Robotik und eingebettete Systeme .....  | 18 |
| Mathematik + Informatik – Eine Erfolgsgeschichte .....   | 21 |
| Lehrstuhl für Angewandte Informatik IV –<br>Datenbanken und Informationssysteme .....  | 24 |
| Optimierung komplexer Prozesse .....   | 28 |
| Roboter zum Anfassen und virtuell –<br>Problemlösendes Arbeiten im Informatikunterricht .....                                      | 30 |
| Umweltinformatik .....   | 34 |
| Computer in der Biochemie – Computer helfen Struktur-Funktions-<br>Beziehungen von Biomolekülen zu verstehen .....                 | 38 |
| Geduldige Technologie für ungeduldige Patienten – Mit Ubiquitous<br>Computing zur optimalen Gestaltung der Patientenlogistik ..... | 40 |
| Über den Tellerrand – Bericht zu dem „2. Symposium der<br>Arbeitsgruppe e-Health & Health Communication“ .....                     | 42 |



### Uni intern

|  |    |
|--|----|
| Prüfungsverwaltung mit FlexNow .....   | 46 |
| János Riesz: Léopold Sédar Senghor und der afrikanische Aufbruch<br>im 20. Jahrhundert – eine Besprechung von Eckhard Breiterger ..... | 48 |
| Finance – Finanzwirtschaft und Bankbetriebslehre integriert .....  | 50 |

# Zum Jahr der Informatik

Informatik ist allgegenwärtig, auch wenn in vielen Fällen auf den ersten Blick nicht erkennbar ist, wo überall auf Erkenntnissen der Informatik basierende Techniken eingesetzt werden. Das Einsatzgebiet der Informatik beschränkt sich längst nicht mehr auf das klassische Gebiet der Computer, die in Form von PCs in nahezu allen Haushalten und Firmen genutzt werden, sondern umfasst viele alltägliche Produkte, deren Nutzungsmöglichkeiten durch Anwendung der Techniken der Informatik ständig verbessert und erweitert werden.

So enthält beispielsweise ein typischer neuer PKW Dutzende von eingebetteten Mikroprozessoren, die zur Steuerung von Funktionen wie

Bremsverhalten, Motorsteuerung oder Klimaanlage oder zur Erfassung von Umgebungsmerkmalen wie Außentemperatur, Straßenverhältnisse oder umgebende Fahrzeuge verwendet werden. Die Vernetzung dieser Mikroprozessoren erlaubt eine zielgerichtete Feinsteuerung der Komponenten z.B. zur Erhöhung des Fahrkomforts oder der Fahrzeugsicherheit, erhöht aber auch die Komplexität des entstehenden Systems und erfordert damit den Einsatz ausgefeilter Techniken zur Sicherstellung der korrekten Funktionsweise in allen Situationen. Aber auch in einfachen Haushaltsgeräten wie Waschmaschinen, Staubsaugern oder Stereoanlagen werden zunehmend Mikroprozessoren eingesetzt.

Die Informatik als Wissenschaft des Sammelns, der Verarbeitung und der Verteilung von Information wird häufig als eine der Schlüsseltechnologien des 20. Jahrhunderts bezeichnet. Während die Verarbeitung von Information auf schnellen Algorithmen, d.h. Berechnungsvorschriften, zur Lösung spezieller Probleme der jeweiligen Verarbeitungsanforderung beruht, basiert das Sammeln und Verteilen von Information auf Computernetzwerken, die in Form von Telefonnetzwerken, Datennetzwerken oder Mobilfunknetzwerken in den letzten Jahren schrittweise aufgebaut wurden und heute den schnellen Datentransport zwischen beliebigen Computern sicherstellen.

Computernetzwerke werden auch zum Aufbau verteilter Systeme verwendet, die die Vernetzung räumlich verteilter Information ermöglichen und dem Nutzer eine einheitliche Sicht auf das System geben und ihn von der Komplexität der zur Vernetzung verwendeten Techniken abschirmen. Prägnantes Beispiel für ein verteiltes System ist das World Wide Web, welches die weltweite Vernetzung von Dokumenten in elektronischer Form erlaubt und so vielen Nutzern eine einfache Zugriffsmöglichkeit auf eine Vielzahl von Informationen schafft.

Um auf die Bedeutung der Informatik für die Wissenschaft hinzuweisen, wurde das kommende Jahr 2006 vom Bundesforschungsministerium und der Initiative Wissenschaft im Dialog als „Jahr der Informatik“ ausgerufen, siehe auch [www.informatikjahr.de](http://www.informatikjahr.de). Damit steht 2006 nach dem „Jahr der Technik 2004“ und dem „Einsteinjahr 2005“ ganz im Zeichen der Informatik und ihrer An-



wendungen. Das „Jahr der Informatik 2006“ startete im Januar mit einer großen Auftaktveranstaltung in Berlin. Es folgt eine Vielzahl von regionalen und überregionalen Informationsveranstaltungen mit dem Ziel, das Bewusstsein für die zahlreichen Anwendungen und Möglichkeiten der Informatik zu schärfen, die Bedeutung der Informatik als Faktor für die wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland zu verdeutlichen und die Faszination einer vergleichsweise jungen Wissenschaft zu vermitteln. Eine große Rolle bei der Durchführung der Veranstaltungen spielt neben dem Bundesministerium für Bildung und Forschung auch die Gesellschaft für Informatik (GI), siehe [www.gi-ev.de](http://www.gi-ev.de), die gemeinsam mit der Fraunhofer Gesellschaft an vielen Orten in Deutschland Veranstaltungen organisieren wird.

Um der zunehmenden Bedeutung der Informatik Rechnung zu tragen, bietet die Universität Bayreuth seit dem Wintersemester 2002/2003 einen Bachelor-Studiengang „Angewandte Informatik“ mit den Anwendungsgebieten Bioinformatik, Ingenieurinformatik und Umweltinformatik an. Seit dem Wintersemester 2005/2006 wird auch ein Masterstudiengang Angewandte Informatik mit den gleichen Anwendungsgebieten angeboten. Wesentliches Merkmal beider Studiengänge ist eine anwendungsorientierte, interdisziplinäre Ausbildung, die den Studenten neben den Grundlagen in Mathematik und Informatik auch, je nach gewähltem Anwendungsgebiet, entsprechendes Fachwissen aus Biologie, Chemie, Geowissenschaften bzw. Ingenieurwissenschaften vermittelt. Die Absolventen dieses Stu-



diengangs werden damit sehr gut für die Mitarbeit in interdisziplinären Teams ausgebildet. Zusätzlich werden seit dem Wintersemester 2002/2003 Lehramtsstudiengänge Informatik für Gymnasium, Realschule und Berufsschule angeboten, wobei die Studenten Informatik mit Mathematik, Physik oder Wirtschaftswissenschaften kombinieren können. Mit dem Start des Bachelor-Studiengangs wurde an der Universität Bayreuth auch mit dem Aufbau der Fachgruppe Informatik begonnen. Diese umfasst zur Zeit vier Lehrstühle und zwei Professuren, die die Gebiete Softwaretechnik, Parallele und Verteilte Systeme, Robotik und Eingebettete Systeme, Datenbanken und Informationssysteme, Diskrete Algorithmen und Kontinuierliche Optimierung abdecken. Ein weiterer Ausbau der Fachgruppe ist vorgesehen.

Rechtzeitig zum Jahr der Informatik wurde mit dem Bau eines eigenen Informatikgebäudes begonnen, das Anfang 2008 bezugsfertig sein soll. In diesem Gebäude werden die Informatikprofessuren und -lehrstühle sowie die verwandten Lehrstühle Wirtschaftsinformatik und teilweise Didaktik der Informatik

untergebracht. Das neue Gebäude umfasst neben Büros, Seminarräumen und Hörsälen auch moderne Computer-Pools und Laborräume, die eine praxisnahe, auf dem neuesten Stand der Technik beruhende Ausbildung sicherstellen.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen an großen Massenuniversitäten erwarten die Studenten der Informatik eine gute persönliche Betreuung, Übungen in kleinen Gruppen, in denen auch auf einzelne Studenten eingegangen werden kann, und ein kurzer Draht zu den jeweiligen Dozenten.

Nach dem Abschluss des Studiums haben die Absolventen sehr gute Berufsaussichten. Es besteht ein kontinuierlicher Bedarf an Informatik-Absolventen zum einen wegen der zunehmenden Verbreitung der Methoden der Informatik in vielen Bereichen der Technik, zum anderen wegen der Tatsache, dass die erste Generation von Computerexperten in den kommenden Jahren die Schwelle zum Ruhestand erreicht. Nach Schätzungen der Deutschen Gesellschaft für Informatik werden in den kommenden Jahren doppelt so viele Stellen frei wie Informatik-Absolventen die Universitäten verlassen. ■

Nähere Informationen zum Studium der Angewandten Informatik und zu den Lehramtsstudiengängen Informatik an der Universität Bayreuth findet man im Internet unter: <http://ai.uni-bayreuth.de>

# Lehrstuhl für Softwaretechnik

*Softwaresysteme werden immer größer und komplexer, die zu lösenden Probleme immer anspruchsvoller. Die Anwendung systematischer, ingenieurmäßiger Methoden zur Softwareentwicklung spielt vor diesem Hintergrund eine zentrale Rolle. Diese Methoden zu entwickeln und Werkzeuge zu ihrer Unterstützung bereitzustellen, ist Aufgabe der Softwaretechnik.*

Der Schwerpunkt des Lehrstuhls für Angewandte Informatik I liegt sowohl in der Forschung als auch in der Lehre in der Softwaretechnik (oft auch als Software Engineering bezeichnet). Dieses Gebiet der Informatik ist Prinzipien, Methoden und Werkzeugen zur systematischen, ingenieurmäßigen Erstellung großer Softwaresysteme über lange Zeiträume gewidmet. Die Größe und Komplexität von Softwaresystemen nimmt rapide zu; sie verdoppelt sich etwa alle fünf Jahre. Softwaresysteme mit mehreren Millionen Zeilen Quelltext sind heute keine Seltenheit mehr.

technik spricht man hier vom Programmieren im Kleinen, um deutlich zu machen, dass man darüber eine weitere Ebene braucht: das Programmieren im Großen. In diesem Arbeitsbereich wird ein Bauplan des Softwaresystems erstellt, den man auch als Softwarearchitektur bezeichnet (in Analogie zur Architektur eines Gebäudes). Im Requirements Engineering werden die Anforderungen an das zu entwickelnde System definiert; dies ist keineswegs trivial und von großer Bedeutung für die spätere Nutzung des Systems. Im Arbeitsbereich Dokumentation wird das Softwaresystem so beschrieben, dass es der Benutzer verstehen und anwenden kann; ferner wird eine technische Dokumentation erstellt, die Softwareentwicklern bei Weiterentwicklungen des Systems das Verständnis erleichtert. Der Arbeitsbereich Management befasst sich mit der Koordination der Entwicklungsaktivitäten – das ist insbesondere bei großen Teams eine schwierige Aufgabe. Schließlich dient die Qualitätssicherung dazu, ein Produkt hoher Qualität zu gewährleisten. Obwohl es vielfältige Qualitätsanforderungen gibt, muss man primär darauf achten, möglichst fehlerfreie Software zu erstellen, denn sonst ist das System unbrauchbar, und die anderen Qualitätsmerkmale sind sekundär.

In der Softwaretechnik entsteht eine Vielzahl von Arbeitsergebnissen, die man unter dem Oberbegriff Dokumente zusammenfasst: Projektpläne, Programme (z.B. in Java oder C geschrieben), Architekturen (die durch

Diagramme visuell dargestellt werden), Anforderungsdefinitionen etc. Um diese Dokumente zu erstellen, braucht man geeignete Werkzeuge. Damit sind nicht nur klassische Programmierwerkzeuge wie Editoren, Übersetzer und Testwerkzeuge gemeint, sondern auch viele andere Werkzeuge, z.B. zur Projektplanung, zur Versionskontrolle, zur Erstellung von Architekturdiagrammen etc. Die Werkzeuge sollten nicht isoliert voneinander genutzt werden, sondern sie bilden im Idealfall eine integrierte Entwicklungsumgebung mit aufeinander abgestimmten Komponenten. Ein wichtiger Beitrag der Softwaretechnik liegt also auch in der Bereitstellung von adäquaten Entwicklungsumgebungen, die den Softwareentwicklern die Arbeit erleichtern.

## Modellgetriebene Softwareentwicklung

In der Softwaretechnik werden zu verschiedenen Zwecken Modelle des zu entwickelnden Systems auf unterschiedlichen Abstraktionsgraden erstellt. Diese Modelle beschreiben die Funktionalität, die Struktur und das Verhalten des Systems – also unterschiedliche Perspektiven. Mit Hilfe von Modellen versucht man zunächst, das zu entwickelnde System zu verstehen und zu beschreiben. Eine weitergehende Zielsetzung besteht darin, aus den Modellen den Programmcode automatisch zu erzeugen. Dadurch wird der Aufwand zur Erstellung von Programmen erheblich reduziert. Diesen Ansatz bezeichnet man als modellgetriebene Softwareentwicklung.

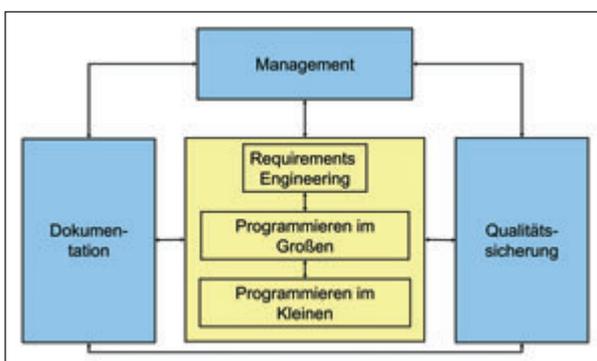


Abb. 1: Arbeitsbereiche der Softwaretechnik

Die eigentliche Programmierung macht nur einen (sogar relativ kleinen) Teil der Softwareentwicklung aus (Abb. 1). In der Software-

# Angewandte Informatik I

Die Mitarbeiter des Lehrstuhls für Angewandte Informatik I: von links: B. Schlesier, A. Dotor, B. Daubner, S. Förtsch, M. Glaser, T. Buchmann, B. Westfechtel



Im Idealfall erstellen Softwareentwickler Modelle und lassen sich dann den Programmcode „per Knopfdruck“ erzeugen (was in der Regel aber nicht vollständig gelingt).

Die modellgetriebene Softwareentwicklung lässt sich auf ein breites Spektrum von Softwaresystemen anwenden. Die Forschungsaktivitäten des Lehrstuhls konzentrieren sich auf den Anwendungsbereich Softwareentwicklungsumgebungen: Werkzeuge zur Softwareentwicklung werden modellgetrieben erstellt. Die Modelle dienen zur Darstellung der Daten, auf denen die Werkzeuge operieren. Dies können Dokumente aller Art sein, die bei der Softwareentwicklung entstehen (s.o.). Die Werkzeuge bieten den Benutzern Kommandos an, die auf diesen Dokumenten operieren. Die Effekte dieser Kommandos werden ebenfalls modelliert – als Veränderungen der Daten, die zur Repräsentation der Dokumente dienen.

Zur Modellierung der Daten, auf denen Werkzeuge zur Softwareent-

wicklung operieren, werden Graphen verwendet (Abb. 2). Mit Hilfe von Graphen lassen sich in natürlicher Weise komplexe Sachverhalte darstellen: Knoten repräsentieren Objekte, Kanten dienen zur Darstellung von Beziehungen. Für Graphen gibt es in der Informatik eine Vielzahl von Anwendungen. Hier werden sie zur Repräsentation komplex strukturierter Dokumente benutzt, die mit Hilfe von Werkzeugen modifiziert werden. Um die Modifikation von Graphen formal zu beschreiben, werden Graphersetzungssysteme benutzt. Ein Graphersetzungssystem setzt sich aus ei-

ner Menge von Regeln zusammen, die jeweils die Ersetzung eines Teils des Graphen durch eine geänderte Struktur beschreiben.

Wie kann man nun den Zusammenhang zur modellgetriebenen Softwareentwicklung herstellen? Dokumente werden als Graphen modelliert, Operationen auf diesen Dokumenten mit Graphersetzungregeln beschrieben. Auf diese Weise entsteht ein Modell des zu entwickelnden Werkzeugs, aus dem sich ausführbarer Code erzeugen lässt. Dieser Ansatz zur modellgetriebenen Softwareentwicklung steht im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten des Lehrstuhls.

Im Folgenden werden zwei Projekte kurz skizziert, die die Anwendung dieses Ansatzes illustrieren.

## Graphbasiertes Managementsystem

Das Managementsystem AHEAD (Adaptable and Human-Centered Environment for the Management of Development Processes) wurde für das Management dynamischer

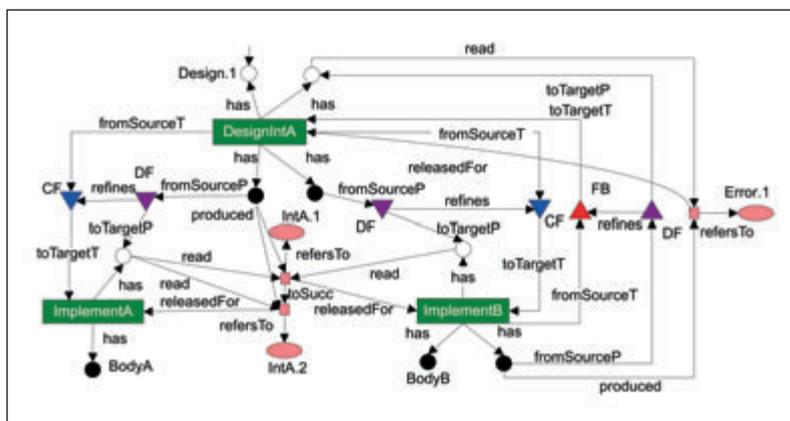


Abb.2: Graphen zur Repräsentation komplex strukturierter Dokumente

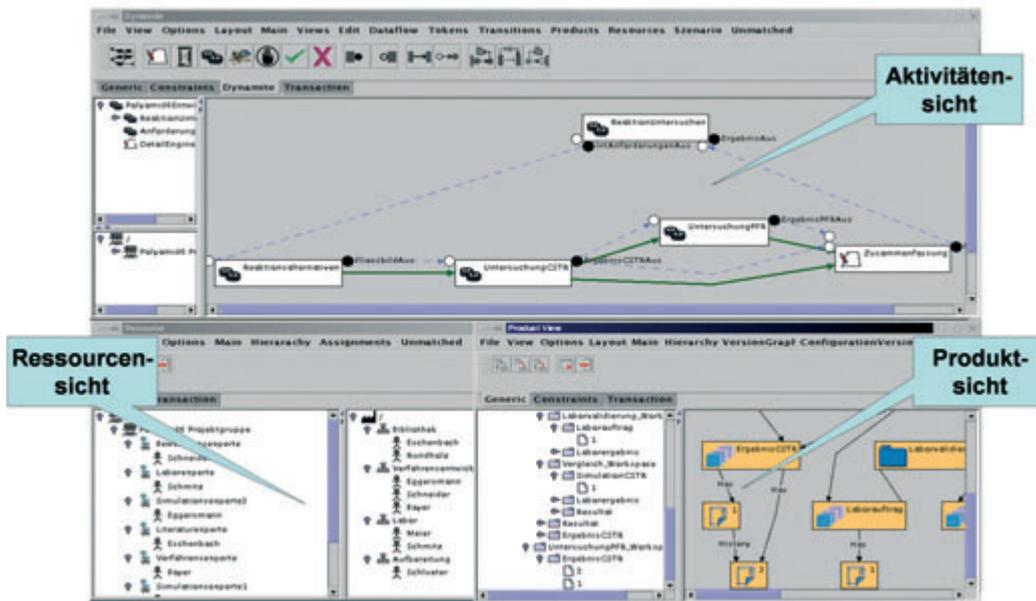


Abb. 3: Das Managementsystem AHEAD

Entwicklungsprozesse konzipiert. Dabei wurden nicht nur Softwareentwicklungsprozesse, sondern auch Entwicklungsprozesse in anderen Ingenieurdisziplinen betrachtet (Maschinenbau und Verfahrenstechnik). Beim Vergleich dieser Domänen hat sich gezeigt, dass Entwicklungsprozesse viele gemeinsame Charakteristika aufweisen. Dazu zählt insbesondere die Dynamik der Entwicklungsprozesse: Sie lassen sich nicht vollständig ex ante planen, sondern es müssen während der Entwicklung wiederholt Umplanungen vorgenommen werden. So ist anfänglich das zu entwickelnde Produkt nicht hinreichend bekannt, um eine Aufgabenverteilung bereits beim Start des Projekts vornehmen zu können: Die Aufgaben hängen von der Produktstruktur ab, die erst in der Entwurfsphase festgelegt wird. Ferner kommt es während der Entwicklung oft zu nicht vorhergesehenen Problemen, die Rückgriffe in frühere Phasen des Entwicklungsprozesses erfordern; die Konsequenzen dieser Rückgriffe müssen ebenfalls dynamisch ermittelt werden. Schließlich sei noch erwähnt, dass sich während lang laufender Entwicklungsprozesse die Anforderungen an das Pro-

dukt ändern können, die durch entsprechende Umplanungen berücksichtigt werden müssen.

Abb. 3 zeigt einen Schnappschuss des AHEAD-Systems. Dem Projektmanager werden Sichten auf die Aufgaben, die Produkte und die Ressourcen angeboten. Er kann sich somit einen Überblick über das Projektteam, die erstellten Dokumente, die zugeteilten Aufgaben und den aktuellen Projektstatus verschaffen. Mit Hilfe eines Planungswerkzeugs kann er Aufgabennetze erstellen und sie im Falle von erforderlichen Umplanungen dynamisch ändern.

Intern verwendet AHEAD Graphen, wie sie in Abb. 2 gezeigt wurden. Aktuelle Arbeiten sind einem Nachfolger des AHEAD-Systems gewidmet, der den graphbasierten Ansatz mit objektorientierter Modellierung verknüpft. Zu diesem Zweck wird das Fujaba-System verwendet, das an mehreren Standorten in Deutschland entwickelt wird. Fujaba basiert auf einem neuartigen Modellierungsansatz, der objektorientierte Modellierung mit Graphen verbindet und weitere Fortschritte bei der modellgetriebenen Entwicklung verspricht.

## Graphbasiertes Reengineering

Große Softwaresysteme werden häufig über lange Zeiträume – bis zu mehreren Jahrzehnten – entwickelt, genutzt und gewartet. Dabei besteht die Gefahr, dass im Laufe der Zeit Dokumentationen des Systems verloren gehen, nicht mehr aktuell sind – oder möglicherweise auch niemals erstellt wurden. Ferner führen wiederholte Fehlerbeseitigungen und Weiterentwicklungen dazu, dass die ursprüngliche Architektur des Systems immer mehr „erodiert“. Unter diesen Randbedingungen wird die Wartung des Systems zunehmend schwieriger. Diesen Problemen widmet sich das Reengineering. Es handelt sich um einen Teilbereich des Software Engineering, der sich mit Methoden und Werkzeugen befasst, die das Verstehen, Analysieren und Restrukturieren großer und langlebiger Softwaresysteme wirksam unterstützen.

Ein großes System allein auf der Quelltextebene (d.h. anhand der im-

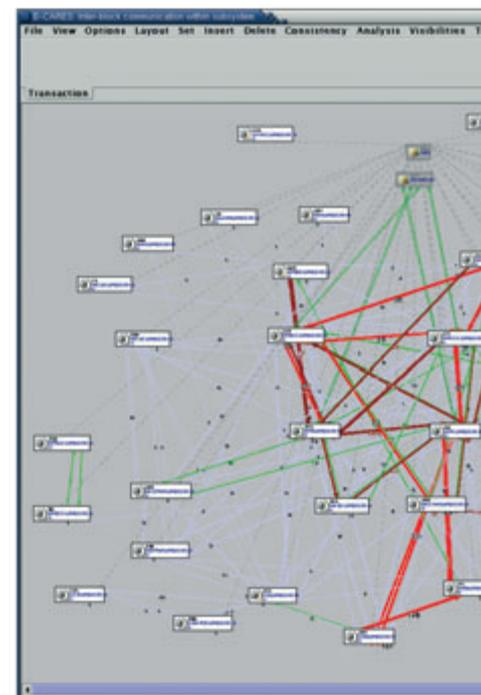


Abb. 4: Graphbasiertes Reengineering

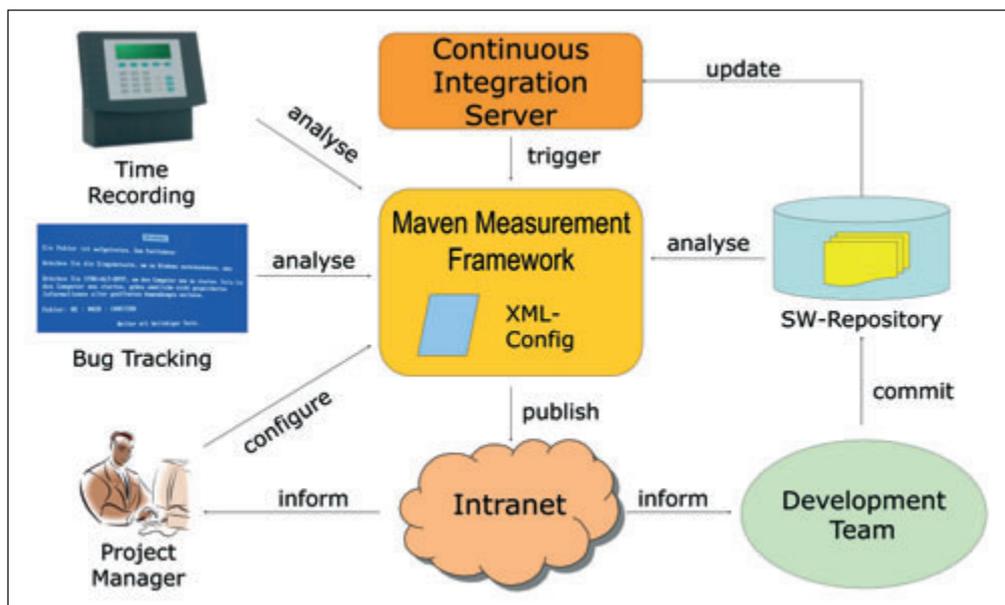
plementierten Programme) zu verstehen, ist nahezu unmöglich; man braucht eine Beschreibung des Systems auf der Architekturebene. Im Reverse Engineering – einem Teilbereich des Reengineering – bemüht man sich, Beschreibungen des Systems auf einer Abstraktionsebene oberhalb der Quelltexte zu rekonstruieren. Zur Beschreibung großer Systeme werden häufig Graphen unterschiedlicher Art eingesetzt. Im Rahmen eines Projekts mit einem Industriepartner (Ericsson) wurde mit Hilfe des gleichen modellbasierten Ansatzes, auf dem auch das AHEAD- System basiert, eine Umgebung für das Reverse Engineering von Telekommunikationssystemen entwickelt. Diese Umgebung (ECARES, Ericsson Communication Architecture for Embedded Systems) analysiert den Quelltext eines Kommunikationssystems – geschrieben in der proprietären Programmiersprache PLEX oder in C/C++ – und erzeugt Graphen zur Repräsentation der statischen und dynamischen Struktur. Abb. 4 zeigt ein Beispiel für einen Architekturgraphen, mit dessen Hilfe man sich

einen Überblick über die statische Struktur des Systems verschaffen kann. Kanten zwischen den Architektureinheiten repräsentieren Kommunikationskanäle. Durch die Darstellungsattribute Farbe und Liniendicke werden Metriken visualisiert, die Aufschluss über die wichtigsten Kommunikationskanäle („Datenautobahnen“) liefern.

als Schlüssel für das Verständnis von Entwicklungsprozessen und deren Produkten betrachtet.

Da das Erheben von Softwaremaßen mit einem gewissen Aufwand verbunden ist, sollte der Vorgang der Softwaremessung so weit wie möglich automatisiert und in den Entwicklungsprozess integriert werden. Da die Bedeutung eines

Abb. 5: Integrierte Softwaremessung



### Integrierte Softwaremessung

Bei der Softwaremessung wird versucht, bestimmte Eigenschaften oder einzelne Elemente eines Softwareentwicklungsprojektes quantitativ zu erfassen und ihnen eine Maßzahl (Softwaremaß) zuzuordnen. So beurteilen Prozessmaße den Softwareentwicklungsprozess selbst (z.B. Zeit- und Aufwandsmaße, Projektfortschritt), während Produktmaße hauptsächlich zur Qualitätsbeurteilung und zum Bestimmung des Umfangs der zu erstellenden Software dienen (z.B. Code-Umfang, Fehlerrate, Wartungsaufwand). Die Softwaremessung wird

Softwaremaße in der Regel vom Kontext der zu messenden Eigenschaft abhängt, stellt sich das Problem, bei der automatisierten Softwaremessung auch diesen Kontext zu identifizieren. Unser Ansatz sieht dabei vor, die zu untersuchenden Softwaremaße an den Elementen des bei der Softwareentwicklung verwendeten Vorgehensmodells zu verankern. Über sogenannte Messwertgeber, welche als Plugin für das Build-Management-Tool Maven implementiert sind, werden dann zur Projektlaufzeit die zu messenden Elemente des Entwicklungsprojektes automatisch erkannt und entsprechend vermessen. ■

# Lehrstuhl für Parallele und verteilte

Die Entwicklung neuer Rechnerplattformen ist stark von den technologischen Fortschritten der Schaltungsentwicklung getrieben. Dabei hat die Beobachtung, dass sich die Anzahl der Transistoren pro Chip alle 18-24 Monate verdoppelt, seit 40 Jahren Gültigkeit. Ein typischer Mikroprozessor aus dem Jahr 2006 hat über 200 Millionen Transistoren, die zu funktionellen Einheiten für arithmetisch-logische Operationen, Speicherverwaltung und -zugriff und Programmkontrolle zusammengefasst werden, und ist in der Lage, in jedem Maschinenzyklus mehrere unabhängige Instruktionen gleichzeitig auszuführen. Gleichzeitig steigt die Taktrate von Mikroprozessoren im Durchschnitt um 30% pro Jahr und liegt 2006 für einen typischen Mikroprozessor zwischen 3 und 4 GHz, so dass pro Sekunde 3 bis 4 Milliarden Maschinenzyklen ausgeführt werden können. In den letzten Jahren wurden die zu-

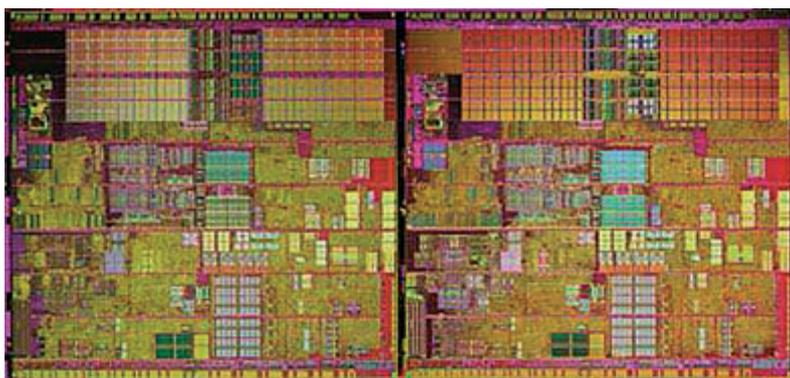


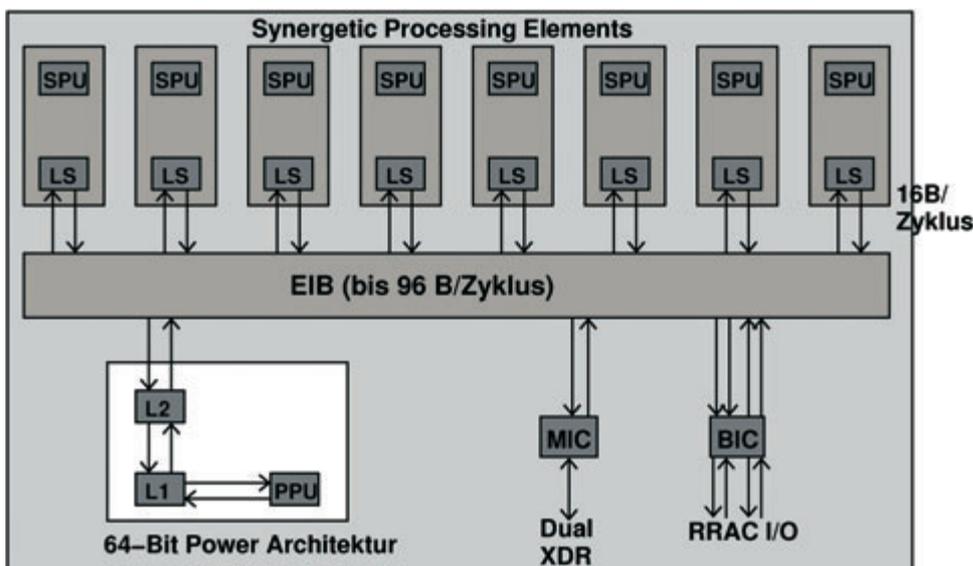
Abb. 1: Intel Pentium D Prozessor 2005

sätzlich zur Verfügung stehenden Transistoren für viele architektonische Verbesserungen der Prozessororganisation genutzt, die z.B. die Integration von Speicherelementen (Caches) auf der Chipfläche und die Integration zusätzlicher, spezialisierter Funktionseinheiten umfassen. Diese Verbesserungen haben dazu geführt, dass die durch standardisierte Benchmarks gemessene Leis-

tung pro Jahr um ca. 55% (Integer) bzw. 75% (Floating-Point) ansteigt. Leistungsverbesserungen in ähnlicher Größenordnung sind durch die Verwendung der bisherigen Techniken aber für die Zukunft nicht zu erwarten, da z. B. Abhängigkeiten in typischen Anwendungsprogrammen das dynamische Ansteuern einer Vielzahl von Funktionseinheiten verhindern. Eine hohe jährliche Leistungssteigerung ist aber eine wesentliche Komponente des Geschäftsmodells der Rechner- und Prozessorhersteller wie Intel oder AMD, da nur dadurch die Kunden von einem Neukauf alle 3-5 Jahre überzeugt werden können.

Die Prozessorhersteller verfolgen daher seit längerem die Entwicklung so genannter Multicore-Prozessoren, die auf einer Chipfläche mehrere, unabhängig arbeitende Prozessorkerne enthalten. Diese Prozessorkerne sind im Wesentlichen vollständige Prozessoren, die – wenn überhaupt – nur wenige Ressourcen wie Systembus oder Caches mit anderen Prozessorkernen desselben

Abb. 2:  
Schematischer  
Aufbau IBM Cell-  
Prozessor



# Angewandte Informatik II

## Systeme

Chips teilen und gemeinsam auf einen Speicher zugreifen können. Seit 2005 werden diese Prozessoren als Dual-Core-Prozessoren (Beispiel: Pentium D) angeboten, für 2006 wird die Einführung von Quad-Core-Prozessoren erwartet. Diese Entwicklung wird weitergehen und eine Studie von Intel prognostiziert, dass 2015 ein typischer in einem Standard-PC eingesetzter Mikroprozessor aus Dutzenden bzw. Hunderten von eventuell heterogenen Prozessorkernen besteht, die je nach Modell für verschiedene Anwendungsklassen konfiguriert werden können. Zusätzlich wird bereits für Dual-Core-Prozessoren die Hyperthreading-Technik angeboten, die bewirkt, dass für einen Prozessorkern zwei unabhängige Kontrollflüsse (Threads) gleichzeitig auf verschiedene Funktionseinheiten des Prozessorkerns zugreifen können.

Ein prominentes Beispiel für einen aktuellen Multicore-Prozessor ist der von IBM, Sony und Toshiba entwickelte Cell-Prozessor, der neben einem normalen Kontrollprozessor acht Vektorprozessoren (Synergetic Processing Units) mit je vier Funktionseinheiten für Integer- und Floating Point-Zahlen enthält. Bei einer Taktrate von 4 GHz ist der Prozessor damit in der Lage, bis zu 32 Milliarden Integer- bzw. Floating Point-Operationen pro Sekunde auszuführen. Der Cell-Prozessor soll in der Sony Playstation 3 eingesetzt werden, die im November 2006 auf den Markt kommen soll; ein Einsatz in PCs und Workstations ist ebenfalls vorgesehen.

Um die enorme Rechenleistung aktueller und insbesondere zukünftiger Multicore-Prozessoren ausnutzen zu können, ist es erforderlich, dass Anwendungsprogramme aus mehreren unabhängigen, sich bei Bedarf synchronisierenden Kontrollflüssen bestehen, d.h. es müssen spezielle Programmieretechniken angewendet werden, die für Parallelrechner entwickelt worden sind. Dies stellt für Programmierer von Standard-Anwendungen wie Tabellenkalkulation oder Geschäftsprozessablauf durchaus eine Herausforderung dar, da sie diese Techniken bisher nicht anwenden mussten, und erhöht auf der anderen Seite die Wichtigkeit der Techniken der Parallelverarbeitung enorm, da deren Einsatz bisher überwiegend auf den Bereich der wissenschaftlich-technischen Anwendungen begrenzt war. Zur Unterstützung des Programmierens ist der Einsatz von Softwarewerkzeugen von großem Nutzen, die den Programmierer durch die Bereitstellung paralleler Bibliotheken und spezieller Analysewerkzeuge zur Ermittlung geeigneter unabhängiger Programmteile unterstützen. Für Prozessoren mit einigen wenigen Prozessorkernen wie sie für die nächsten 2-3 Jahre zu erwarten sind, sind Programmieretechniken für gemeinsame Adreßräume geeignet und gut überschaubar. Hier stehen z.B. mit Pthreads, Java Threads und OpenMP gut erprobte Multithreading-Programmierungsumgebungen bzw. Bibliotheken zur Verfügung, die auch heute schon häufig eingesetzt werden. Für eine größere Anzahl von Prozessorkernen spielt die Synchronisationszeit beim Zugriff auf

gemeinsame Datenstrukturen aber eine zunehmend große Rolle und es könnten Skalierungsprobleme auftreten, weil zum gleichen Zeitpunkt eventuell mehrere Prozessoren gleichzeitig versuchen, auf gemeinsame Datenstrukturen zuzugreifen. Die erforderliche Synchronisation zur Vermeidung inkonsistenter Zustände führt in solchen Situationen zu Wartezeiten von Prozessorkernen und reduziert daher die erreichbare Effizienz. In solchen Fällen ist daher die Verwendung spezialisierter Datenstrukturen mit optimierten

Abb. 3:  
Clustersystem  
des Lehrstuhls  
Angewandte  
Informatik II



## Lehrstuhl für Angewandte Informatik II – Prozessorentwicklung und Parallelität

threadsicheren Zugriffsverfahren von besonderer Wichtigkeit. Zum Erreichen einer hohen Effizienz spielt auch die Verwendung adaptiver Verfahren eine große Rolle, die in Abhängigkeit von dynamischen Eigenschaften der Ausführungsplattform entweder einen von mehreren Kandidat-Algorithmen zur Lösung eines Teilproblems einsetzen oder einen gegebenen Algorithmus durch Anpassung von Ausführungsparametern an die dynamischen Gegebenheiten der Plattform anpassen.

Da Multicore-Prozessoren sich als Standard etablieren, ist ihre Verwendung in Clustersystemen, auf denen überwiegend wissenschaftlich-technische Berechnungen durchgeführt werden, nahe liegend. Die abzu-  
 zehende Verwendung von Multicore-Prozessoren mit vielen Prozessorkernen in Clustersystemen resultiert in Rechnersystemen, die aus einer Vielzahl von Prozessorkernen bestehen und eine komplexe, vielstufige Speicherhierarchie mit teilweise gemeinsamem, teilweise verteiltem Speicher aufweisen. Die effiziente Nutzung eines solchen Systems ist ohne Unterstützung durch entsprechende Analyse- und Rekonfigurationswerkzeuge für den einzelnen Programmierer kaum zu erreichen. Die Entwicklung von Softwarewerkzeugen für Multicore-Plattformen ist daher ein sehr aktives Gebiet der aktuellen Forschung, in dem auch der Lehrstuhl Angewandte Informatik II der Universität Bayreuth stark involviert ist. Dabei werden unter anderem folgende Aspekte betrachtet:



Abb. 4: Gruppenbild Lehrstuhl Angewandte Informatik II

- die Entwicklung paralleler Bibliotheken zur schnellen Zuordnung von Berechnungen an Prozessorkerne auf Grund dynamischer Eigenschaften der Anwendungsprogramme und der Prozessorkerne;
- die Entwicklung von Softwarewerkzeugen zur Kombination von Parallelität auf unterschiedlichen Ebenen mit eventuell stark schwankender Granularität, insbesondere auch für heterogene Plattformen;
- die Entwicklung adaptiver Techniken zur Anpassung der Abbildung von Berechnungen an Gegebenheiten der Rechneinheiten, die dynamisch während des Ablaufs der jeweiligen Programme gesammelt und analysiert werden;

Die Forschungsarbeiten sind in Projekten integriert, die zum Teil in Kooperation mit benachbarten Uni-

versitäten und Industrieunternehmen durchgeführt werden. Zur Durchführung der Arbeiten steht dem Lehrstuhl unter anderem ein Clustersystem mit 64 Prozessoren zur Verfügung.

In der Lehre werden Grundlagen der Verfahren und Techniken insbesondere in der vom Lehrstuhl angebotenen Mastervorlesung „Programmierung innovativer Rechnerarchitekturen“, aber auch in Bachelor-Veranstaltungen wie „Parallele und Verteilte Systeme“, „Sicherheit in verteilten Systemen“ und „Rechnerarchitektur und Rechnernetze“ den Studenten vermittelt. Bachelor- und insbesondere Masterarbeiten ermöglichen den Studenten die Teilnahme an aktuellen Forschungsprojekten des Lehrstuhls und bereiten sie sowohl auf ein späteres Berufsleben in der Wirtschaft als auch auf Forschungsarbeiten z.B. im Rahmen eines Promotionsvorhabens vor. ■

# Der Bachelor- und Masterstudiengang in der Angewandten Informatik

## Bachelorstudiengang – Allgemeine Informationen

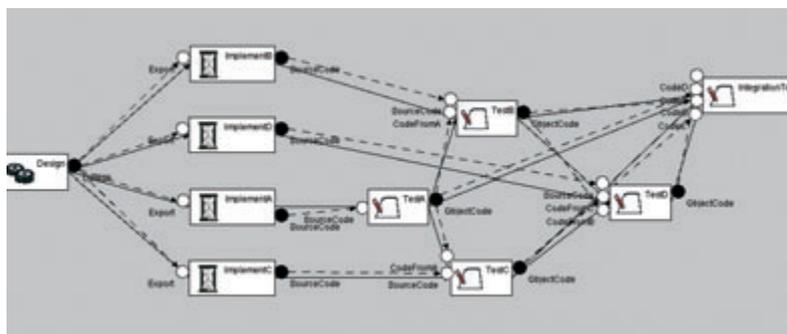
Die Fachgruppe Informatik der Fakultät Mathematik, Physik und Informatik bietet seit dem Wintersemester 2002/3 einen 6-semestrigen Bachelorstudiengang mit folgenden Anwendungsgebieten an:

Die *Bioinformatik* behandelt u.a. Problemstellungen bei der Entschlüsselung des Erbgutes und der Entwicklung von Arzneimitteln. Hierzu gehört die Verarbeitung genetischer Information ebenso wie die Vorhersage der dreidimensionalen Struktur eines Proteins oder die Simulation biochemischer Vorgänge.

In der *Ingenieurinformatik* werden u.a. Problemstellungen aus den Bereichen Messen / Steuern / Regeln, Konstruktionslehre / CAD (Computer Aided Design) oder Produktionstechnik adressiert.

Die *Umweltinformatik* betrachtet Informationssysteme zur Analyse von Umweltdaten, wie etwa bei der Erstellung einer betrieblichen Ökobilanz. Auch die computergestützte Simulation von Ökosystemen im Zusammenhang mit menschlichen Eingriffen wird untersucht.

Der Bachelorstudiengang der Angewandten Informatik soll für eine spätere berufliche Tätigkeit in verschiedenen Tätigkeitsfeldern in einem Team aus Informatikern, Naturwissenschaftlern, Ingenieuren, Mathematikern und Wirtschaftswissenschaftlern vorbereiten.



*Entwicklungsprozesse in der Softwaretechnik sind hochgradig komplex und dynamisch und stellen daher hohe Anforderungen an Werkzeuge zur Planung, Steuerung und Überwachung.*

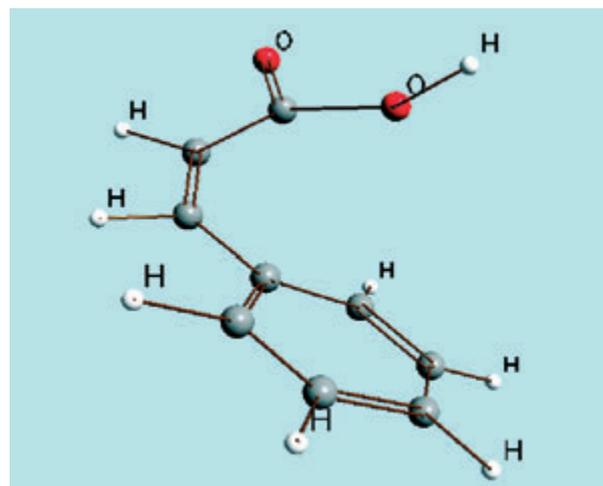
Informatiker mit Bachelorabschluss in Angewandter Informatik werden typischerweise in Entwicklungs- und Forschungsabteilungen der Industrie und der gewerblichen Wirtschaft sowie in Beratungs- und Verkaufsabteilungen benötigt. Daneben sind Einsatzgebiete auch in der Entwicklung und bei der Problemlösung in mittelständischen Unternehmen zu sehen.

Im Vergleich zu einem herkömmlichen Diplom-Studiengang ergibt sich daraus eine höhere Flexibilität, weil man bereits nach einer Regelstudienzeit von sechs Semestern einen ersten berufsqualifizierenden Abschluss macht. Danach kann zwischen einem Berufseinstieg, einem Masterprogramm in Bayreuth oder einem Masterprogramm an einer anderen deutschen oder ausländischen Universität gewählt werden.

Wer sollte Angewandte Informatik studieren? Für den Bachelorstudiengang Angewandte Informatik, muss keineswegs bereits im Vorfeld eine Programmiersprache beherrscht werden oder umfangreicher Infor-

matikunterricht an der Schule erteilt worden sein. Vielmehr sollte Interesse an der Nutzung von Computern oder allgemeiner an der Nutzung von Methoden der Informatik und Mathematik zur Lösung von Problemen in den oben genannten Anwendungsgebieten vorhanden sein.

*Angewandte Informatik und Mathematik kombiniert lösen Probleme der Chemie: Das MOLGEN-Projekt als Beispiel für das Konzept der Angewandten Informatik*



Die Kenntnisse in den einzelnen Gebieten sowie im Bereich der mathematischen Grundlagen werden dann im Studium vermittelt.

## Der Bachelor- und Masterstudiengang in der Angewandten Informatik

Was kann man mit dem Abschluss machen? Informatiker mit Bachelor-Abschluss in Angewandter Informatik werden typischerweise in Entwicklungs- und Forschungsabteilungen der Industrie und der gewerblichen Wirtschaft sowie in Beratungs- und Verkaufsabteilungen benötigt. Daneben sind Einsatzgebiete auch in der Entwicklung und bei der Problemlösung in mittelständischen Unternehmen zu sehen.

Die Tätigkeit eines „Angewandten Informatikers“ ist von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz unterschiedlich. Typische Gemeinsamkeiten lassen sich aber durch folgende Teilschritte bei der Entwicklung von Softwarelösungen identifizieren:

1. Analyse eines meist recht grob vorgegebenen Problems im jeweiligen Anwendungsgebiet und Festlegung des mit Mitteln der Informationstechnologie zu behandelnden Problemanteils;
2. Umsetzung des Problems in ein Modell;
3. Lösung des Problems mit Methoden der Informatik; hierzu zählt die Entwicklung von Algorithmen ebenso wie die Nutzung von Basissystemen z.B. aus den Bereichen Datenbanken, Verteilte Systeme, Multimediale Systeme oder Künstliche Intelligenz;
4. Realisierung der Lösung mit Hilfe neuer Konzepte der Softwareentwicklung (objektorientierte und komponentenbasierte Softwareentwicklung) unter gleichzeitiger Anwendung geeigneter Maßnahmen des Qualitätsmanagements;
5. Dokumentation, Einführung und Weiterentwicklung der erstellten Systeme.

Da der Informatiker anpassungsfähig an neue berufliche Entwicklungen sein muss, ist die Ausbildung so angelegt, dass neben einem soliden Grundwissen in Informatik, in den mathematischen Grundlagen und im gewählten Anwendungsgebiet

| Semester                 | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6.   | Summe |
|--------------------------|----|----|----|----|----|------|-------|
| Informatik               | 16 | 16 | 12 | 14 | 19 | A    | 77+A  |
| Anwendungsgebiet         | 6  | 6  | 12 | 12 | 8  | 16   | 60    |
| mathematische Grundlagen | 8  | 8  | 7  | 4  | 6  |      | 33    |
| Summe                    | 30 | 30 | 31 | 30 | 33 | 16+A | 170+A |

Tabella 1: Beispielhafte Aufteilung der Lehrveranstaltungen in Leistungspunkten und der Abschlussarbeit (A)

bietet spezielle Kenntnisse in individuell gewählten Vertiefungsgebieten erworben werden. Hierzu werden sowohl im Informatikbereich als auch im Anwendungsgebiet entsprechende Wahlpflichtfächer angeboten.

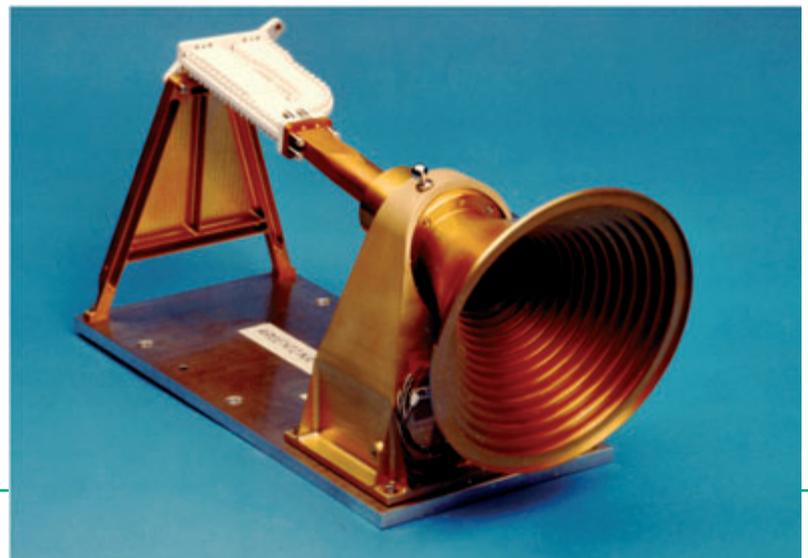
### Aufbau des Bachelorstudiums

Die Aufteilung der Lehrveranstaltungen auf die sechs Semester richtet sich grob nach der Tabelle 1. Für die Aufteilung der Studieninhalte auf die Fächergruppen erfolgt eine Betrachtung auf Basis von Leistungspunkten. Hierbei werden für eine dreistündige Lehrveranstaltung.

Im Anwendungsgebiet hat dabei mindestens ein Drittel der Lehrveranstaltungen einen direkten Bezug zur Angewandten Informatik, damit den Studierenden die Querbezüge zwischen Informatik und Anwendungsgebiet deutlich werden. Im Bereich der mathematischen Grundlagen werden Themenbereiche behandelt, die sowohl für den Informatikbereich als auch für die Anwendungsgebiete benötigt werden.

### Masterstudiengang – Allgemeine Informationen

Der 4-semestrige Masterstudiengang in der Angewandten Informatik wird ab dem Wintersemester 2005/6 eingeführt und bietet die Möglichkeit einer gezielten Vertiefung der in einem Bachelorstudiengang im Bereich der Angewandten Informatik erworbenen Kenntnisse. Er ist interdisziplinär angelegt und soll neben einer Vertiefung und Verbreiterung der Kenntnisse insbesondere auch auf Tätigkeiten im Bereich der Entwicklung, der Forschung und der Wissenschaft vorbereiten. Er soll die Studierenden befähigen, nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu arbeiten und wissenschaftliche Erkenntnisse anzuwenden. Der Abschluss entspricht in etwa einem Universitätsdiplom und bietet damit zum einen die Möglichkeit der anschließenden Promotion und vor allem verbesserte Karrierechancen in der Industrie. Primär wendet sich der Masterstudiengang an drei Zielgruppen: Zum einen an Studierende, die über einen in Bayreuth oder an einer



Entwurf einer Satellitenantenne mit Hilfe numerischer Optimierungsverfahren

anderen Universität erworbenen Bachelorabschluss in Angewandter Informatik mit dem Anwendungsgebiet verfügen, welches sie auch im Masterstudiengang belegen wollen.

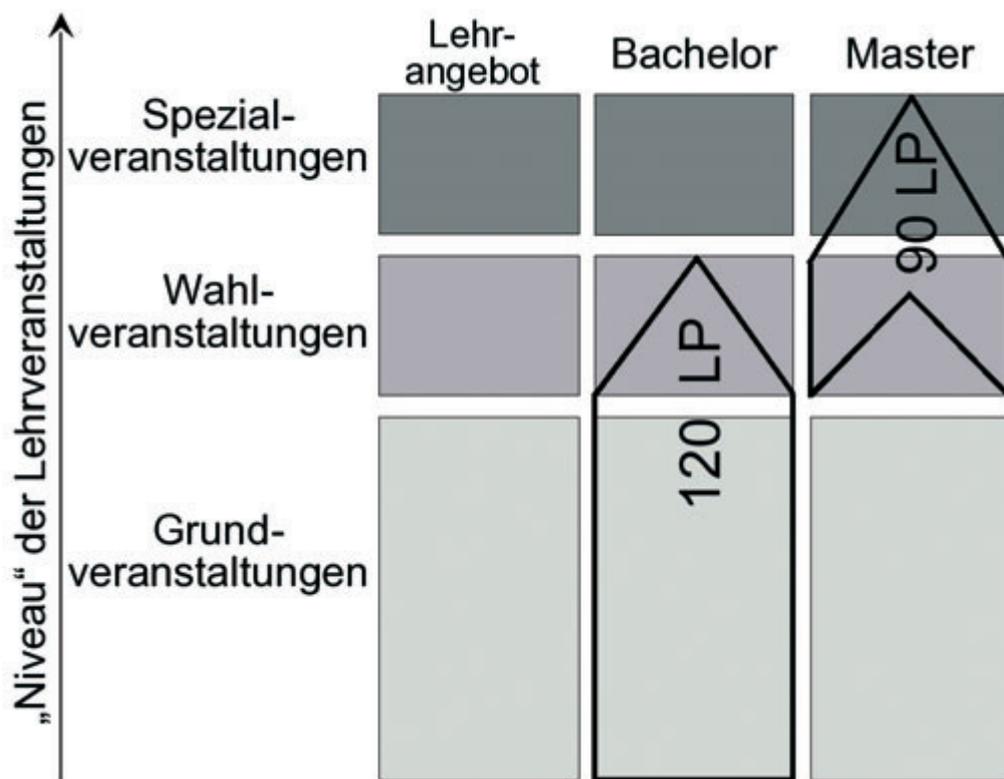
Zum anderen an Studierende, die über einen Bachelorabschluss (oder einen vergleichbaren Abschluss) im Bereich der Informatik oder der Angewandten Informatik verfügen, bei denen das bisherige Anwendungsgebiet nicht mit dem im Masterstudium gewünschten Anwendungsgebiet übereinstimmt.

Schließlich an Studierende, die einen Bachelorabschluss oder einen vergleichbaren Abschluss im Bereich des beabsichtigten Anwendungsgebietes haben und durch ein Studium bereits – zum Beispiel durch ein umfangreiches Nebenfach in diesem Vorstudium – über umfangreiche Kenntnisse im Bereich der Informatik verfügen.

Wurden bei dem Studienabschluss der Zielgruppen zwei und drei Studien- und Prüfungsleistungen erbracht, welche nach Inhalt und Umfang nicht gleichwertig zu denen des Bachelorstudiengangs „Angewandte Informatik“ sind, dann kann die Zulassung zum Studium mit der Auflage verbunden sein, dass zusätzlich zu den im Masterstudiengang zu erbringenden Leistungen auch noch diese Studien- und Prüfungsleistungen im Umfang von bis zu 30 Leistungspunkten nachzuholen sind.

### Aufbau des Studiengangs

Der Studiengang sieht die Auftei-



lung der Leistungspunkte wie in Tabelle 2 angegeben vor.

Dabei werden bei den Lehrveranstaltungen primär zwei Ziele verfolgt:

Erstens wird auf dem Niveau, das im Bachelorstudiengang den Wahlpflichtbereich gebildet hat, eine spürbare Verbreiterung wie in Tabelle 3 dargestellt erreicht.

Zweitens, werden auf einem höheren Niveau, das sowohl dem Anwendungsbezug des Studiengangs als auch dem wissenschaftlichen Anspruch gerecht wird, gezielt Spezialisierungen ermöglicht.

Im Bereich der Informatik wird das erste Ziel durch zusätzliche Veranstaltungen aus dem Wahlpflichtbereich des Bachelorstudiengangs abgedeckt. Während im Bachelorstudium nur zwei der dreistündigen Veranstaltungen belegt werden müssen, sind nun drei bis vier weitere Veranstaltungen zu belegen. Spezialveranstaltungen im Umfang von jeweils 8 Leistungspunkten tragen dem zweiten Ziel Rechnung. Derartige Spezialveranstaltungen werden im jährlichen Turnus von jedem Lehrstuhl der Angewandten Informatik und in einer flexibleren zeitlichen Staffelung auch von den Professuren im Bereich der Informatik angeboten. Das Angebot wird durch Seminare und Praktika ergänzt.

Analoge Konzepte werden in den Anwendungsgebieten verfolgt. Der Masterstudiengang wird mit einer 6-monatigen Abschlussarbeit, welche den Studierenden das wissenschaftliche Arbeiten näher bringt, abgeschlossen. ■

Tabelle 3: Niveau der Lehrveranstaltungen in Bachelor und Master

| Studiengang insgesamt  | 120 LP     |
|--|------------|
| Informatik / Angewandte Informatik   | min. 30 LP |
| Anwendungsgebiet   | min. 30 LP |
| Seminare und Praktika, die nach Möglichkeit interdisziplinär zwischen einem Lehrstuhl aus der Informatik und einem oder mehreren Lehrstühlen aus den Anwendungsgebieten abgehalten werden. | min. 9 LP  |
| Wahlpflichtveranstaltungen   | ca. 21 LP  |
| Masterarbeit (6 Monate Vollzeit)   | max. 30 LP |

Tabelle 2: Leistungspunkte (LP) im Masterstudiengang

Dominik Henrich

# Sichere Zusammenarbeit von Neues DFG-Projekt

Seit langem besteht beim Menschen der Wunsch nach einem mechanischen Arbeiter, der ihn von gefährlichen, anstrengenden oder lästigen Tätigkeiten befreit. Dieser Wunsch wird bereits im Begriff „Roboter“ sichtbar, der auf dem slawischen Wortstamm *robot* (Fronarbeit) basiert. Eine Grundvoraussetzung für einen wirklich hilfreichen Arbeiter ist, dass er in der Nähe von Menschen und gemeinsam mit Menschen arbeiten kann.

Dies ist bei den in der industriellen Produktion eingesetzten Manipulatoren nicht der Fall, denn ihnen fehlt in der Regel die Fähigkeit, ihre Umwelt umfassend wahrzunehmen. Diese Roboter besitzen nur dieje-

nigen Sensoren, die sie für die Erfüllung ihrer Aufgabe benötigen. Dies hat den Nachteil, dass die Roboter Hindernisse, die sich in ihrem Arbeitsraum befinden, nicht wahrnehmen können. Daher kann es bei der Bewegung von Industrierobotern in unvollständig bekannten Umgebungen zu Kollisionen kommen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich bewegliche Hindernisse, wie zum Beispiel Menschen, im Arbeitsraum aufhalten. Je nach Masse und Geschwindigkeit des Roboterarms kann die Kollision zu schweren Verletzungen – bis hin zum Tod – führen.

Aus diesen Gründen schreiben aktuelle Sicherheitsvorschriften (z.B. ISO 10218 „Manipulating industrial

robots – Safety“) vor, dass Industrieroboter in abgetrennten Bereichen, sogenannten Zellen, arbeiten müssen. Diese Arbeitszellen müssen z. B. durch Zäune oder Lichtschranken so abgesichert sein, dass der Roboter deaktiviert wird, sobald ein Mensch die Abtrennung im Automatikbetrieb unterbricht. Allerdings ist eine strikte Abschottung des Roboters von der Umwelt bei vielen Aufgaben nicht wünschenswert oder nicht möglich. Industrieroboter und Mensch haben unterschiedliche Stärken. Industrieroboter sind schnell, stark, ausdauernd und positionsgenau. Menschen dagegen sind unerreichbar geschickt bei komplizierten Handhabungsarbeiten und können sehr



# Mensch und Roboter – bewilligt

flexibel auf ungeplante Situationen reagieren. Durch die enge Zusammenarbeit von Mensch und Roboter können ihre Stärken kombiniert werden.

Ein Beispiel für eine solche Zusammenarbeit ist das Halten von schweren Werkstücken, so dass der menschliche Arbeiter in einer ergonomisch günstigen Haltung arbeiten kann. Ein weiteres Einsatzgebiet sind Hol- und Bringdienste, bei denen der Roboter das benötigte Werkstück oder Werkzeug zum menschlichen Arbeiter bringt. Auf diese Weise kann die effektive Arbeitszeit des Arbeiters vergrößert werden und er muss seine Konzentration nicht durch überflüssige Tätigkeiten unterbrechen.

Aus diesen Gründen gibt es zurzeit das Bestreben, Roboterarbeitszellen ohne trennende Schutzeinrichtungen (OTS) zu entwickeln. Am Lehrstuhl für Robotik und Eingebettete Systeme der Universität Bayreuth werden daher Konzepte zur sicheren Zusammenarbeit von Mensch und Roboter untersucht. Hierbei bei kommen mehrere bild- und kraftbasierte Sensoren zum Einsatz, welche die aktuelle Umweltsituation erfassen. Mit Hilfe des Wissens über die Umweltsituation kann einerseits der Roboter autonome Bewegungen so durchführen, dass keine unerwünschten Kontakte zu Objekten der Umgebung und dem Menschen auftreten. Andererseits kann der Roboter dem Menschen erlauben,

ihn zur Führung "an die Hand" zu nehmen (siehe Abbildung 1). Im Betrieb werden ständig sowohl die Sensoren als auch die Aktuatoren überwacht und das System im Fehlerfall in einen sicheren Zustand gebracht.

Dieses Projekt wird seit August 2005 auch durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert. Weitere Informationen und Videos zu diesem Thema finden Sie auf den Web-Seiten des Lehrstuhls für Robotik und Eingebettete Systeme der Universität Bayreuth unter:

<http://ai3.inf.uni-bayreuth.de/> sowie in der Dissertation „Bildbasierte Erzeugung kollisionsfreier Transferbewegungen für Industrieroboter“ von Dr. Dirk Ebert. ■



*Sichere Mensch/Roboter-Kooperation durch autonome, kollisionsfreie Roboterbewegungen bei Hol- und Bringdiensten (links) oder durch Halten von schweren Werkstücken mit Führung des Roboters durch den Menschen (rechts)*

Dominik Henrich



Professor Dr. Dominik Henrich, Inhaber des Lehrstuhl Angewandte Informatik III – Robotik und Eingebettete Systeme

## Akademischer Werdegang

Prof. Dr. Dominik Henrich wurde 1965 in Ulm an der Donau geboren und absolvierte 1991 das Informatik-Diplom an der Universität Karlsruhe. Im Rahmen eines Stipendium von 1992 bis 1994 im Graduiertenkolleg der Deutschen Forschungs-Gemeinschaft legte er seine Promotion ab. Von 1996 bis 1999 baute Prof. Henrich die Forschungsgruppe für Parallelverarbeitung und Robotik am Institut für Prozessrechenstechnik, Automation und Robotik auf und war Lehrbeauftragter an der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe. In 1998 erhielt er ein STA Fellowship am Electrotechnical Laboratory des Ministry of International Trade and Industry (MITI), Japan. Von 1999 bis 2003 leitete er als Professor die Forschungsgruppe Eingebettete Systeme und Robotik im Fachbereich Informatik der Universität Kaiserslautern. Seit August 2003 hat er den Lehrstuhl für Angewandte Informatik III (Robotik und Eingebettete Systeme) an der Universität Bayreuth inne.

# Lehrstuhl für Robotik und

*Industrieroboter haben vielfältige Einsatzgebiete, von welchen der Lehrstuhl für Angewandte Informatik III unter anderem die Teilgebiete der robotergestützten Handhabung flexibler Materialien, der Sicherheitsstrategien für die Mensch-Roboter-Kooperation und die Roboter-gestützte Chirurgie an der Schädelbasis behandelt. Dieser Beitrag gibt einen Einblick in diese Teilgebiete, welche Teil der Forschung und Lehre des Lehrstuhl sind.*

## Fachgebiet

Der Lehrstuhl für Angewandte Informatik III befasst sich mit informationsverarbeitenden Systemen, deren wesentliche Eigenschaft ist, Teil eines umfassenderen Gesamtsystems zu sein. Es sind also die speziellen Anforderungen und Einflussfaktoren des Gesamtsystems an das eingebettete System zu berücksichtigen.

Dieses Teilgebiet der Informatik wird beispielhaft vor allem für Robotik-Anwendungen betrachtet. An einen Roboter als informationsverarbeitendes Teilsystem seiner Arbeitsumgebung werden Anforderungen gestellt, wie zum Beispiel die Fähigkeit der Umwelterfassung, der Umweltbeeinflussung, der Echtzeitverarbeitung, der Fehlertoleranz, der Robustheit und/oder der Autonomie. Es werden für diese Systeme insbesondere Entwurf, Modellierung, Implementierung, Programmierung, Test, Wartung und Anwendung betrachtet.

Die Lehre des Lehrstuhles beinhaltet für den Bachelor Studiengang die Vorlesungen Betriebssysteme, Computergrafik und Eingebettete Systeme bzw. für den Masterstudien-gang die Vorlesungen Grundlagen der Robotik und Sensordatenverarbeitung. Des weiteren werden für interessierte Studenten ein Robotik-Praktikum und Seminare mit

wechselnden Themen aus der Informatik angeboten.

## Spezielles Forschungsinteresse

Die Forschungsinteressen von Prof. Dominik Henrich liegen in dem Umgang mit industriellen Robotern in den verschiedensten Anwendungsgebieten, welche von Roboterbasierten Manipulation nicht-starrer Objekte über Sicherheit in der Mensch-Roboter-Kooperation bis hin zur Medizinrobotik reichen. Im Folgenden werden drei Forschungsprojekte zu diesen Themen näher vorgestellt.

## Roboterbasierte Manipulation deformierbarer linearer Objekte

Das RODEO-Projekt untersucht die Programmierung von Robotern zur Manipulation von deformierbaren linearen Werkstücken (Abb. 1). Dies



Abb. 1: Handhabung deformierbarer Materialien

# Angewandte Informatik III

## eingebettete Systeme

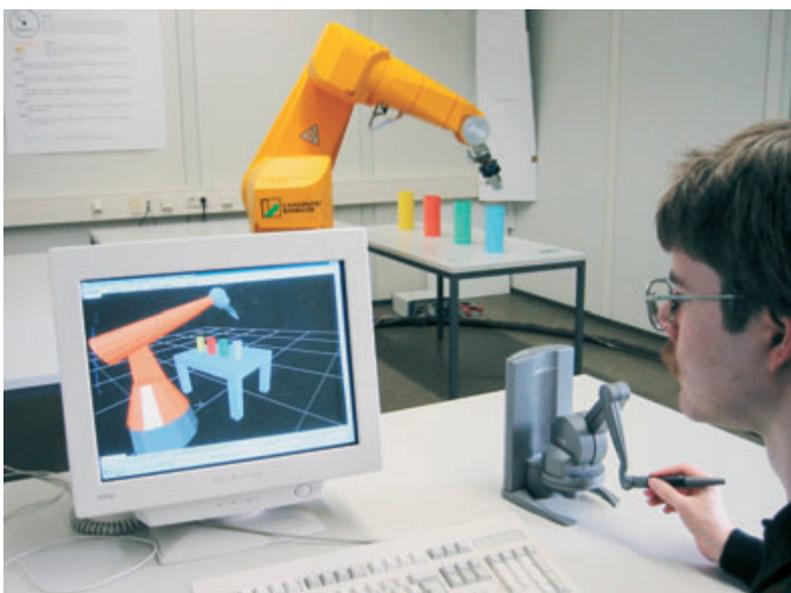


Abb. 2: Virtuelle Roboterprogrammierung

sind nicht-starre Objekte wie z. B. Kabel, Schläuche oder Stahlfedern. Dazu wird ein System zusammen mit einer Methode angestrebt, welches sich in zwei Phasen aufteilen. In der Programmierphase wird aus einer Benutzerdemonstration am Rechner (Abb. 2) automatisch ein Roboterprogramm generiert, welches in der Ausführungsphase durch einen Industrieroboter mit seinen spezifischen Sensoren ausgeführt wird. Jede der zwei Phasen teilt sich wiederum in drei Schritte auf. Diese Schritte sind in der off-line Phase darin motiviert, dass die kontinuierliche Benutzereingabe zunächst bzgl. der Werkstück-Zustände und dann bzgl. der Ausführungszeit in einzelne Schritte unterteilt wird. In der on-line Phase wird wiederum das Roboterprogramm zunächst bzgl. der Werkstück-Zustände (erwarteten Signalverläufen der Sensoren) und dann bzgl. der Zeit (Robo-

terbewegungen) in eine kontinuierliche und damit ausführbare Form gebracht. Erste Ergebnisse sind die Erkennung, ob und wie ein deformierbares Werkstück ein Hindernis berührt hat, Bewegungen zur gezielten Deformation von Werkstücken, sowie Bewegungen zur Dämpfung von Schwingungen in Werkstücken.

### Sicherheitsstrategien für die Mensch-Roboter-Kooperation

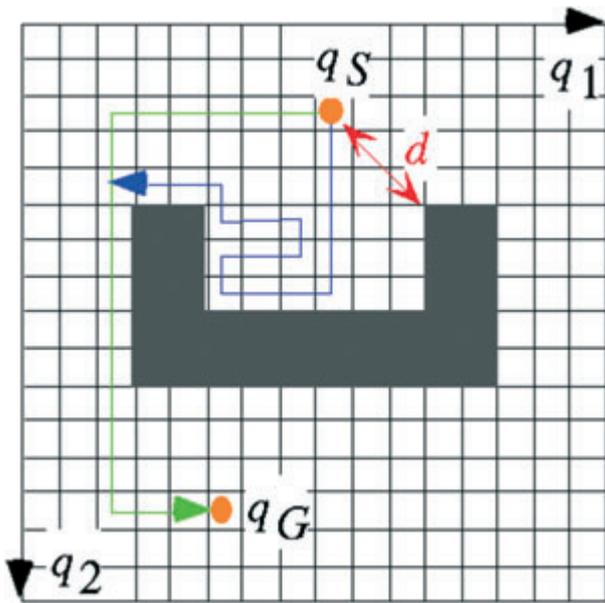
In dem SIMERO-Projekt werden Strategien für die sichere Mensch-Roboter-Kooperation untersucht. Bislang ist es aus Sicherheitsgründen nicht möglich, dass ein herkömmlicher Industrieroboter und ein Mensch gleichzeitig im selben Arbeitsraum arbeiten. Der Grund dafür ist, dass der Roboter den Menschen nicht wahrnehmen und auf seine Anwesenheit reagieren

kann. Allerdings ist eine strikte Abschottung des Roboters von der Umwelt bei vielen Aufgaben nicht wünschenswert, denn Industrieroboter und Menschen haben unterschiedliche Stärken. Industrieroboter sind schnell, stark und positionsgenau. Menschen dagegen sind unerreichbar geschickt bei komplizierten Montagevorgängen. Um diese Stärken optimal zu kombinieren, ist eine enge Zusammenarbeit zweckmäßig (Abb. 3).

Dazu überwachen mehrere Videokameras den gemeinsamen Arbeitsraum aus unterschiedlichen Richtungen. Jede Kamera nimmt ein Referenzbild des Arbeitsraumes ohne dynamische Objekte auf. Erscheint nun zu einem späteren Zeitpunkt ein Objekt im Blickfeld der Kamera, so wird dieses Objekt durch einen Vergleich mit dem Referenzbild, auf welchem dieses Objekt noch nicht zu sehen war, gefunden. Dadurch, dass mehrere Kameras den Arbeitsraum überwachen, ist es möglich die ungefähre

Abb. 3: Mensch Roboter Kooperation





onsfreie Bahnplanung (Abb. 4) in Echtzeit entwickelt.

### Roboterassistierte Navigation zum Fräsen an der lateralen Schädelbasis

Das Ziel des Projekts RONAF ist die Entwicklung und Untersuchung eines Systems zur Navigation am menschlichen Schädelknochen, welches einen Roboter bei operativen Eingriffen interaktiv steuern und überwachen kann (Abb. 5). Dabei kommen lokale und globale Navigationsverfahren zum Einsatz. Zur globalen Navigation wird der Eingriff vor der eigentlichen Operation anhand der Aufnahme einer dreidimensionalen Computer- oder Magnetresonanztomographie geplant und der Roboter inkl. Instrument mithilfe dieser Planung bewegt. Dabei umfasst die Planung insbesondere die Ermittlung einer guten Position und Ausrichtung des Fräslöches für den Fräsvorgang, z.B. für implantierbare Hörgeräte (Abb. 6). Während der Operation wird durch die Auswertung verschiedener Sen-

sordaten, wie Kraft, Drehmoment, Temperatur und Ultraschall, sichergestellt, dass zu schonenden Strukturen umfahren werden.

Diese Eingriffe erfordern von dem Operateur extreme Präzision mit erlaubten Abweichungen unter einem Millimeter. Gleichzeitig muss der Fräser mit hohem Kraftaufwand über eine längere Zeitdauer geführt



Abb. 6: In realen Schädel gefrästes Implantatlager mit eingelegtem Implantat

werden, um größere Knochenmengen abzutragen. Diese Arbeit ist für einen menschlichen Operateur ermüdend und soll vom Roboter durchgeführt werden. Der Operateur überwacht dabei den Eingriff der Roboters und kann diesen zu jedem Zeitpunkt unterbrechen. ■

Abb. 4: Pfadplanung

Position und das Volumen des Objektes zu bestimmen. So können dynamischen Hindernisse (inkl. Mensch) detektiert werden. Diese Informationen über das Objekt werden nun an das Robotersteuerungsprogramm übergeben. Basierend auf dieser Hindernisdetektion wird eine Kollisionserkennung, eine Kollisionsvermeidung und eine kollisi-



Abb. 5: Chirurgierobotik

#### Kontakt:

Prof. Dr. Dominik Henrich  
 Lehrstuhl für Angewandte Informatik III  
 (Robotik und Eingebettete Systeme)  
 Universität Bayreuth  
 95440 Bayreuth  
 Gebäude:  
 Geschwister-Scholl-Platz 3  
 D-95445 Bayreuth  
 Tel.: 0921-55-5160  
 Fax.: 0921-55-5162  
 Http://ai3.inf.uni-bayreuth.de/  
 e-mail: dominik.henrich@uni-bayreuth.de

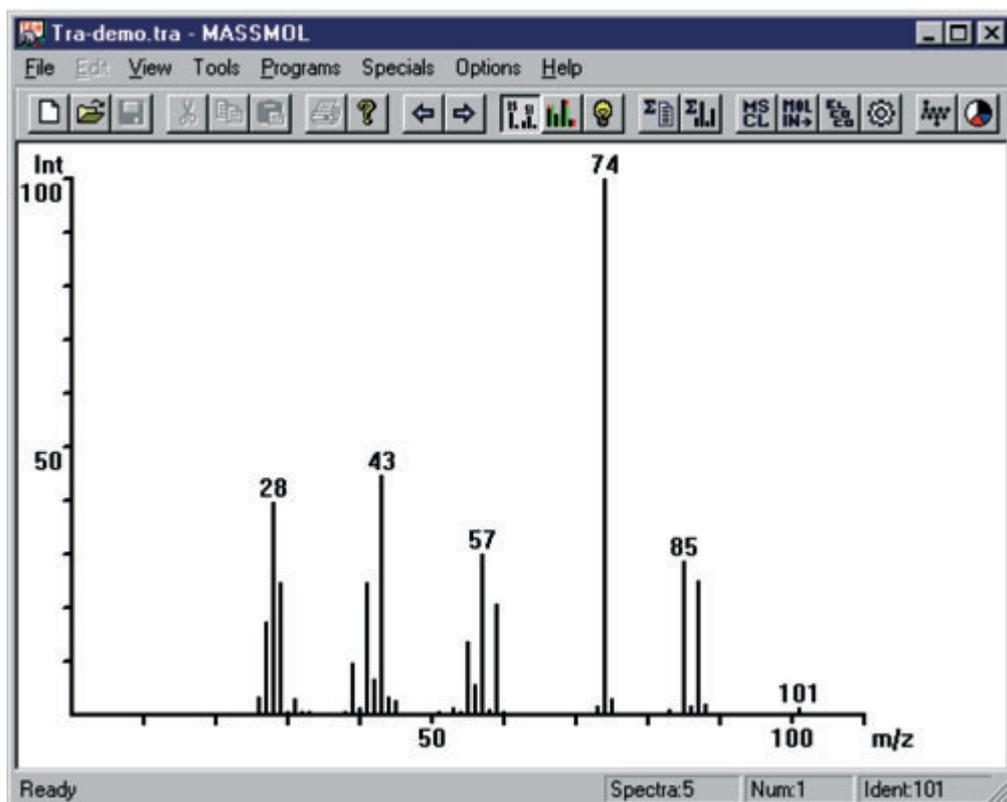
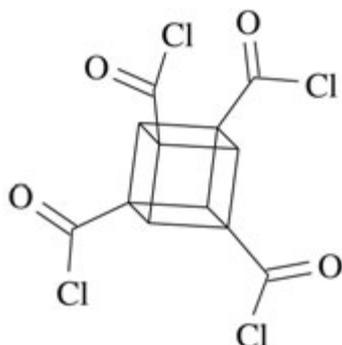
Reinhard Laue, Axel Kohnert

# Mathematik + Informatik

## Eine Erfolgsgeschichte

Die Kombination von Mathematik und Informatik gehört zur Basis unserer Hochtechnologie. Offensichtliche Beispiele sind PCs, Handys, HiFi-Anlagen, Fernseher, Autos, der medizinische Bereich, der Finanzbereich und die Logistik. Grundlegend ist dabei die Algorithmik, das heißt der Entwurfs von schnellen Lösungsverfahren für unterschiedliche Probleme. Hier werden Kenntnisse aus Mathematik und Informatik kombiniert. Wir stellen vor die Bereiche Chemie, Datenbanken von wissenschaftlichen Objekten, Fehlerkorrektur bei Nachrichtenübertragung und Versuchspläne mit einer Anwendung im Lottospiel.

Im Chemielabor werden unbekannte Strukturen anhand von Spektren erkannt. Manuell ist dieser Prozess zeitaufwändig und erfordert viel Fachwissen. Durch automatische Strukturanalyse kann dies in großem Umfang und sehr schnell erfolgen. Zugleich werden Beziehungen zwischen Eigenschaften und Struktur analysiert. Auf dieser Basis können Vorschläge gemacht werden, welche ähnlichen Strukturen die gleichen gewünschten Eigenschaften haben könnten. Der Chemiker muss solche Vorschläge realisieren und auf ihre Tauglichkeit testen.



Als mathematische Grundlage dient das Molekülmodell der Chemiker. Einige Eigenschaften lassen sich direkt aus den Spektren ablesen. Wie in einem Puzzle werden aus Bruchstücken dann die dazu möglichen Moleküle erzeugt.

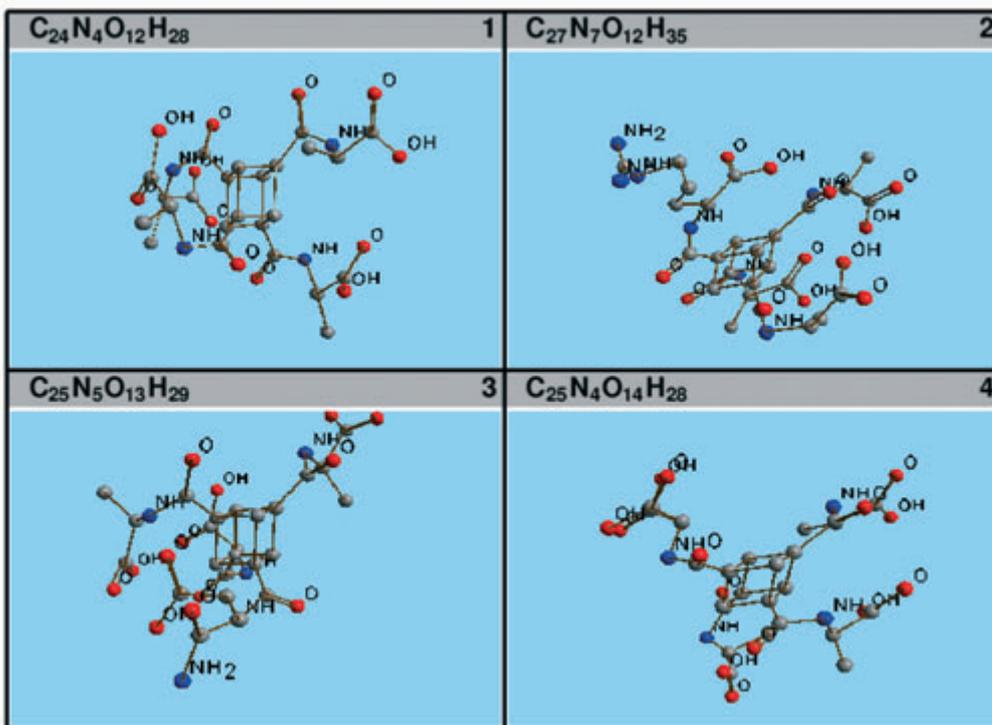
Ein Massenspektrum etwa (siehe Abb.2) enthält Linien, die den Massen von Bruchstücken des gemessenen Moleküls entsprechen. Diese Informationen werden einem Algorithmus übergeben, der jedes zu diesen Vorgaben passende Molekül genau einmal als Modell erzeugt. Werden zu wenige Eigenschaften vorgeschrieben, so ergeben sich leicht Millionen von Molekülen. Ein Zeichenprogramm entwirft 2D

oder 3D Darstellungen, anhand derer der Chemiker weitere Vorgaben für eine erneute gezieltere Suche erkennt, oder die der Chemiker abschließend als Lösung seines Problems verwendet.

Das Programmpaket MOLGEN erlaubt die Vorgabe von zahlreichen Eigenschaften, die aus Massenspektren, NMR-Spektren oder Infrarotspektren zu entnehmen sind. Damit ist es für den Einsatz in Chemielaboren von Industrie und Forschung geeignet. Es wird von zahlreichen Anwendern eingesetzt. Bereits 1993 erhielt eine erste Version den Deutsch-Österreichischen Hochschulsoftwarepreis.

Abb. 2

## Mathematik + Informatik – Eine Erfolgsgeschichte



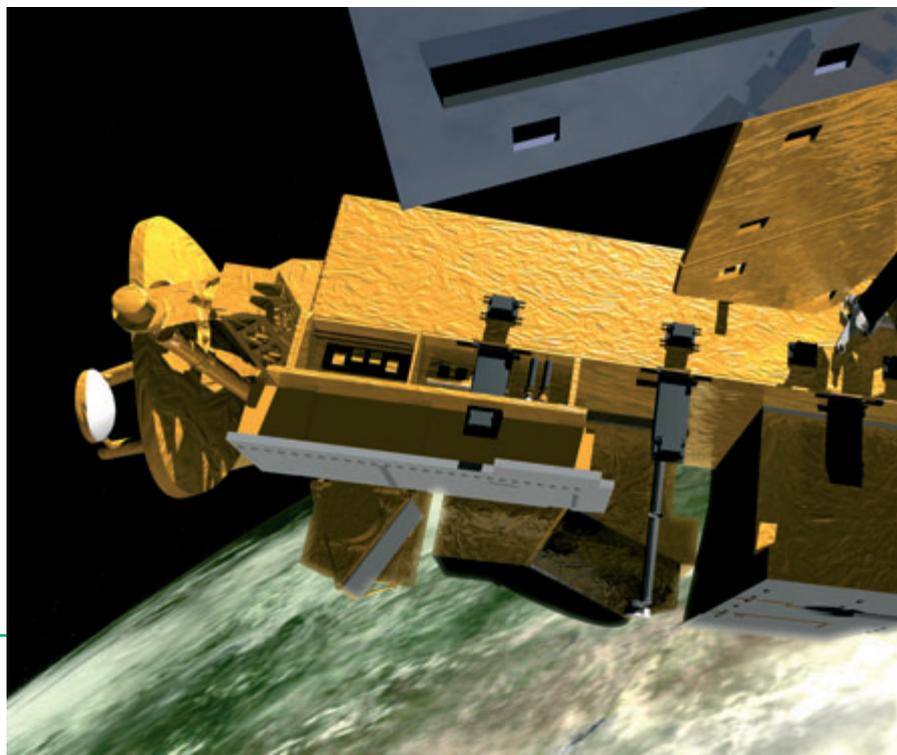
Wissenschaftliche Objekte sollen im Internet suchfähig gemacht werden. Dazu wird ein Datenbanksystem entwickelt, das eine Vielzahl unterschiedlicher Daten verwalten kann. Die Mathematik und Informatik kombiniert liefern Algorithmen, die Objekte in eine eindeutige Form überführen. Für die 60 Punkte, an denen die Fünf- und Sechsecke eines Fußballs zu jeweils dreien aneinander stoßen, gibt es  $59 \times 58 \times 57 \times \dots \times 5 \times 4 \times 2 \times 1 = 59!$  verschiedene Benennungen mit 60 verschiedenen Namen. Da diese nicht alle bei einer Datenbanksuche getestet werden können, sind sehr aufwendige Algorithmen zu entwickeln. Für Graphen ist unsere Datenbank bereits über das Internet zugänglich. Allgemeiner Ansätze sind bereits erforscht worden und stehen vor dem Einsatz.

Für das Versenden von Nachrichten werden heutzutage digitale Signale verwendet. Beispiel sind Handys, das Auslesen einer DVD aber auch das Senden von Signalen eines entfernten Satelliten zur Bodenstation. Dabei taucht das Problem von Störungen solcher Signale auf, dies

kann im Fall der DVD ein Kratzer sein, oder beim Handy ein vorbeifahrendes Auto. Bei Satellitensignalen sind dies kosmische Strahlen. Zur Sicherung der Übertragung verwendet man Fehler korrigierende Codes. Dazu werden zusätzliche Zeichen (= Bits) verwendet, um eine Redundanz zu erreichen, die es dann erlaubt eventuelle Fehler in der Übertragung zu erkennen und zu

korrigieren. Die Verwendung mathematischer Methoden gibt dem so gesicherten Code eine Struktur, die eine schnelle Dekodierung erlaubt (z. B. bei einer DVD) und trotz guter Fehlerkorrektur mit wenig Redundanz auskommt. Es gelang die Konstruktion vieler neuer besserer Codes, die in einer Datenbank verfügbar sind.

Ein Skatturnier soll entworfen werden. Dabei treffen an 7 Wochentagen jeweils 3 Spieler aufeinander. Es soll dabei nicht nur jeder Spieler gleich oft spielen, sondern auch je zwei Spieler sollen gleich oft gleichzeitig beteiligt sein. Wie sind die Kombinationen zu wählen? Eine landwirtschaftliche Versuchsanstalt will sieben Getreidesorten auf sieben Feldern mit unterschiedlichen Bodenbeschaffenheiten vergleichen. Leider kann man auf einem Feld nur drei Sorten anpflanzen. Daher sind die Sorten so auf die Felder zu verteilen, dass jedes Paar von Sorten gleich oft miteinander verglichen wird. Wie sind die Kombinationen zu wählen? Natürlich hat man ähnliche Probleme, wenn Bratwürste zu testen sind, aber jeder Tester nach zehn Bratwürsten satt ist, oder wenn Medikamente in Kombination auf Wirksamkeit zu testen sind, aber die

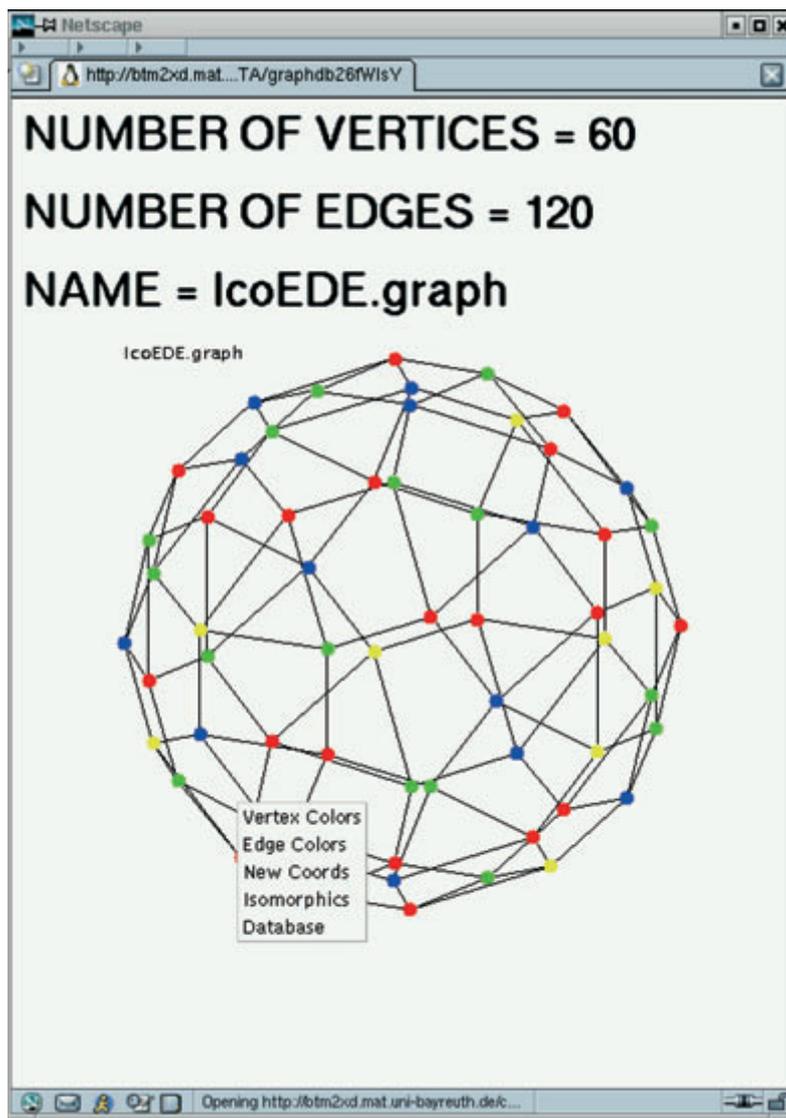


Versuchspersonen nicht mit allen Kombinationen belastet werden können.

Eine Lottospielergemeinschaft möchte seine Tipps so auswählen, dass jede Kombination von fünf gezogenen Zahlen auf genau einem abgegebenen Schein vorkommt. Dann hat die Gemeinschaft entweder einmal alle sechs Zahlen richtig oder die sechs Kombinationen von jeweils fünf der sechs gezogenen Zahlen treten auf sechs verschiedenen Lottoscheinen auf. Dann sind immerhin noch sechs Gewinne für fünf Richtige dabei. Zusätzlich gibt es noch richtige vierer und dreier. Die gesuchten Kombinationen stellen dabei stets Teilmengen von jeweils  $k$  Elementen aus insgesamt etwa  $v$  Elementen dar. Diese Teilmengen stellen eine Auswahl aller Teilmengen aus  $k$  Elementen dar, die möglichst repräsentativ ist. Das bedeutet hier, dass jede Auswahl von  $t$  Elementen gleich oft ( $\lambda$ -fach) darin auftritt. Ein solches System heißt  $t$ -( $v, k, \lambda$ ) Design.

Bei den Skatspielern und bei den Feldern wird ein  $2$ -( $7, 3, 1$ ) Design gesucht. Die Lottospieler suchen ein  $5$ -( $49, 6, 1$ ) Design.

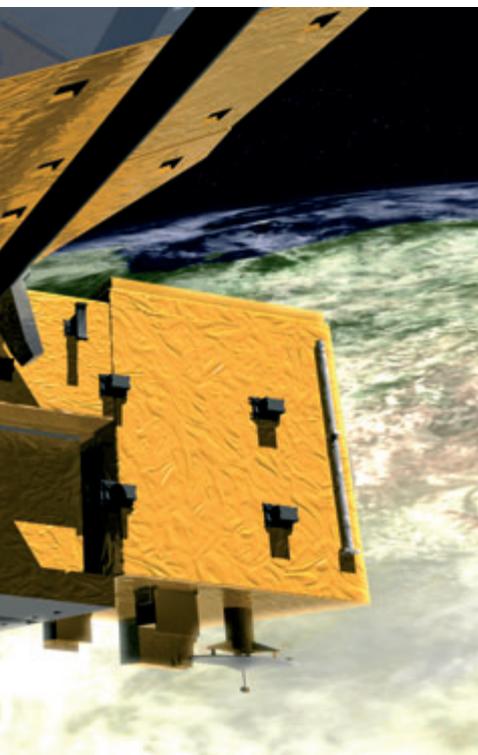
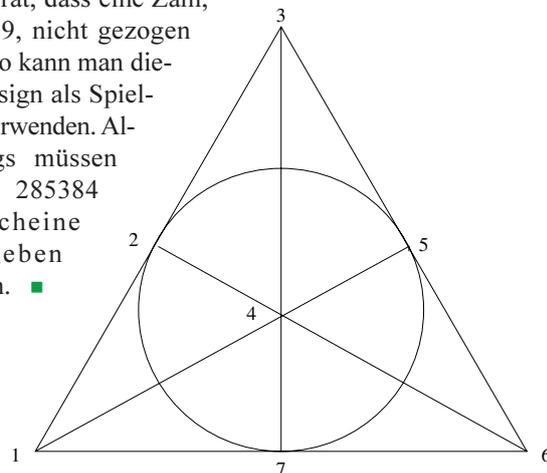
Die gute Nachricht für den Skatclub ist: Ein solches Design existiert. Dazu betrachte man das Bild mit dem unterteilten Dreieck, das als



Fanoebene bekannt ist. Die sieben Elemente sind dabei die Zahlen an den Schnittpunkten der Geraden. Die ausgewählten 3-elementigen Teilmengen sind die auf einer Geraden bzw. dem Kreis liegenden Elemente. Je zwei Elemente liegen dabei auf genau einer Geraden bzw. dem Kreis.

Die schlechte Nachricht für die Lottogemeinschaft ist: Ihr Design existiert nicht. Dies lässt sich in diesem Fall mit Abzählmethoden beweisen. Aber oft ist unbekannt, ob ein gewünschtes Design konstruiert werden kann. Dabei erhöht sich die Schwierigkeit mit dem Wachsen von  $t$ . In Bayreuth konnten hier als Rekorde Designs für  $t = 7, 8, 9$  auf

$v = 28$  Elementen konstruiert werden. Für die Lottogemeinschaft ergibt sich der Trostpreis eines  $5$ -( $48, 6, 1$ ) Designs. Wenn man errät, dass eine Zahl, etwa 49, nicht gezogen wird, so kann man dieses Design als Spielplan verwenden. Allerdings müssen dazu 285384 Tippscheine abgegeben werden. ■



# Lehrstuhl für Datenbanken und



Der Lehrstuhl für Datenbanken und Informationssysteme wurde zum 1. Januar 2006 als vierter Lehrstuhl der Fachgruppe Angewandte Informatik an der Fakultät für Mathematik und Physik mit der Berufung von Prof. Dr.-Ing. Stefan Jablonski eingerichtet. Er befasst sich mit generischen Methoden und Architekturen zur Modellierung und Implementierung datenbank- und prozessbasierter Anwendungssysteme. Meta-Modellierung, Prozessmanagement und Model Driven Software Development stehen dabei im Zentrum der Forschungsinteressen. Medizinische und technische Informationssysteme sowie die Integration prozessorientierter Konzepte in die Bereiche Projekt-, Wissens- und Qualitätsmanagement bilden die anwendungsbezogenen Schwerpunkte des Lehrstuhls.

Gemäß Wikipedia dient ein Informationssystem der rechnergestützten Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Pflege, Analyse, Benutzung, Verbreitung, Disposition, Übertragung und Anzeige von Information. Wenn man darüber hinaus berücksichtigt, dass Information selbst äußerst komplex strukturiert sein kann – beispielsweise in Gestalt eines geometrischen Modells, einer genetischen Struktur oder auch einer Menge an Dokumenten, Vorlagen und Ergebnissen, welche einen komplexen Produktionsprozess begleiten –, dann lässt sich erahnen, dass der Aufbau und die Pflege von Informationssystemen äußerst anspruchsvoll ist. Aus diesem Grund macht sich der Lehrstuhl für Datenbanken und Informationssysteme zur Aufgabe, Methoden und Architekturen zur systematischen und strukturierten

Entwicklung von Informationssystemen zu realisieren. Diese Themstellung macht es erforderlich neben grundlagenorientierten Forschungsthemen anwendungsnahe Fragestellungen fortlaufend wissenschaftlich zu untersuchen.

Traditionsgemäß nehmen Datenbankeninhalte einen breiten Raum in der Lehre eines Lehrstuhls für Datenbanken und Informationssysteme ein. Dies liegt vor allem darin begründet, dass im Datenbankbereich ausgereifte Methoden und Architekturen für den Aufbau großer Anwendungssysteme entwickelt worden sind. Diese können systematisch auf die Entwicklung von Anwendungs- und Informationssystemen übertragen werden. So werden die Themen Datenmodellierung, Architektur von Datenbanksystemen und Transaktionsverarbeitung in den Grundvorlesungen des Lehrstuhls behandelt. Darauf aufbauend werden Schwerpunkte auf Konzepte und Methoden aus den Bereichen der Metamodellierung und der generischen Anwendungsentwicklung gelegt. Beispielsweise wird eine Systematik zur Entwicklung webbasierter Anwendungssysteme in einer weiterführenden Vorlesung behandelt. Seminare und Praktika sowohl im Datenbankbereich als auch im Bereich der Anwendungsentwicklung ergänzen die praktische Ausbildung. Die Studierenden am Lehrstuhl für Angewandte Informatik IV sollen somit einen tiefen Einblick in die Entwicklung komplexer Anwendungssysteme vermittelt bekommen, was eines der herausfordernden Themen im Praxis-

# Angewandte Informatik IV

## Informationssysteme

bereich der Informatik in den nächsten Jahren werden wird.

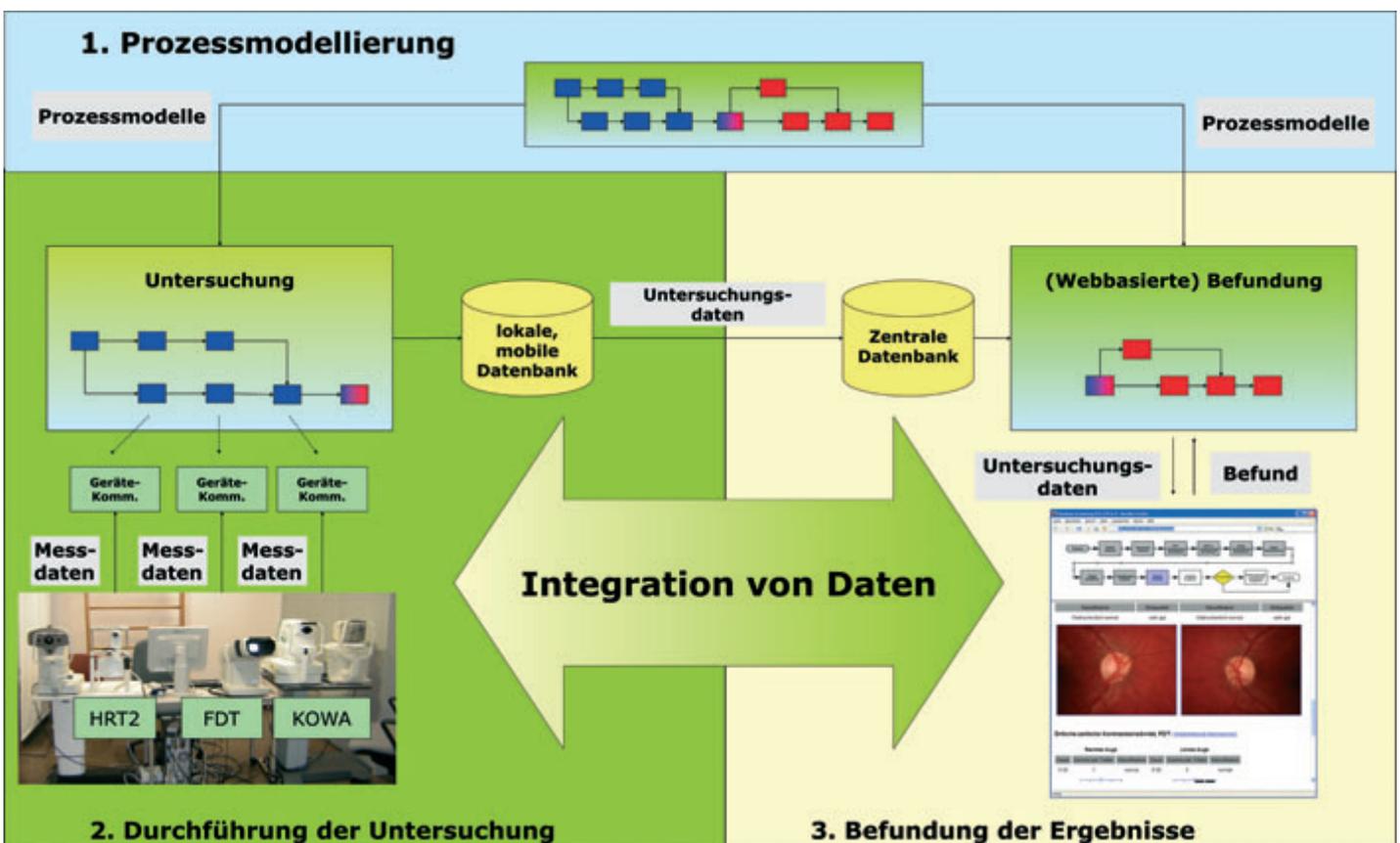
Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten des Lehrstuhls für Angewandte Informatik IV steht der Begriff der Generik. Ein generischer Ansatz beim Entwurf von Methoden und Architekturen ermöglicht nicht nur die Lösung einer konkreten Problemstellung sondern auch von verwandten Problemstellungen. Die Konzepte sind somit möglichst allgemein verfasst, so dass sie auf eine Vielzahl ähnlicher Problemstellungen anwendbar sind. Die somit

erreichte Lösungsflexibilität unterstützt die dynamische Fortentwicklung von Anwendungssystemen, welche erfahrungsgemäß einem immerwährenden Änderungsprozess unterworfen sind. Ein weiteres Ziel hierbei ist, dass solche Änderungen möglichst auf Modellebene umgesetzt werden können, so dass der Aufwand zur Anpassung einer Anwendung auf ein Minimum reduziert wird. Basis der meisten Forschungsarbeiten am Lehrstuhl für Angewandte Informatik IV ist daher ein repositoriumbasiertes Meta-

Modell. Dies erlaubt den Aufbau generischer Problemlösungen für viele verschiedene Anwendungsbereiche. Einige Schwerpunkte der hierbei bearbeitenden Forschungsthemen werden nachfolgend vorgestellt.

Einer der zentralen Anwendungsbereiche der Meta-Modellierung ist die so genannte Domänenspezifische Prozessmodellierung und –ausführung. Hierbei werden für unterschiedliche Anwendungsbereiche angepasste Prozessmodelle entwickelt. Die Erfahrung zeigt, dass

Abbildung 1:  
Semi-mobiler  
Screening-Arbeits-  
platz mit zentraler  
Befundung



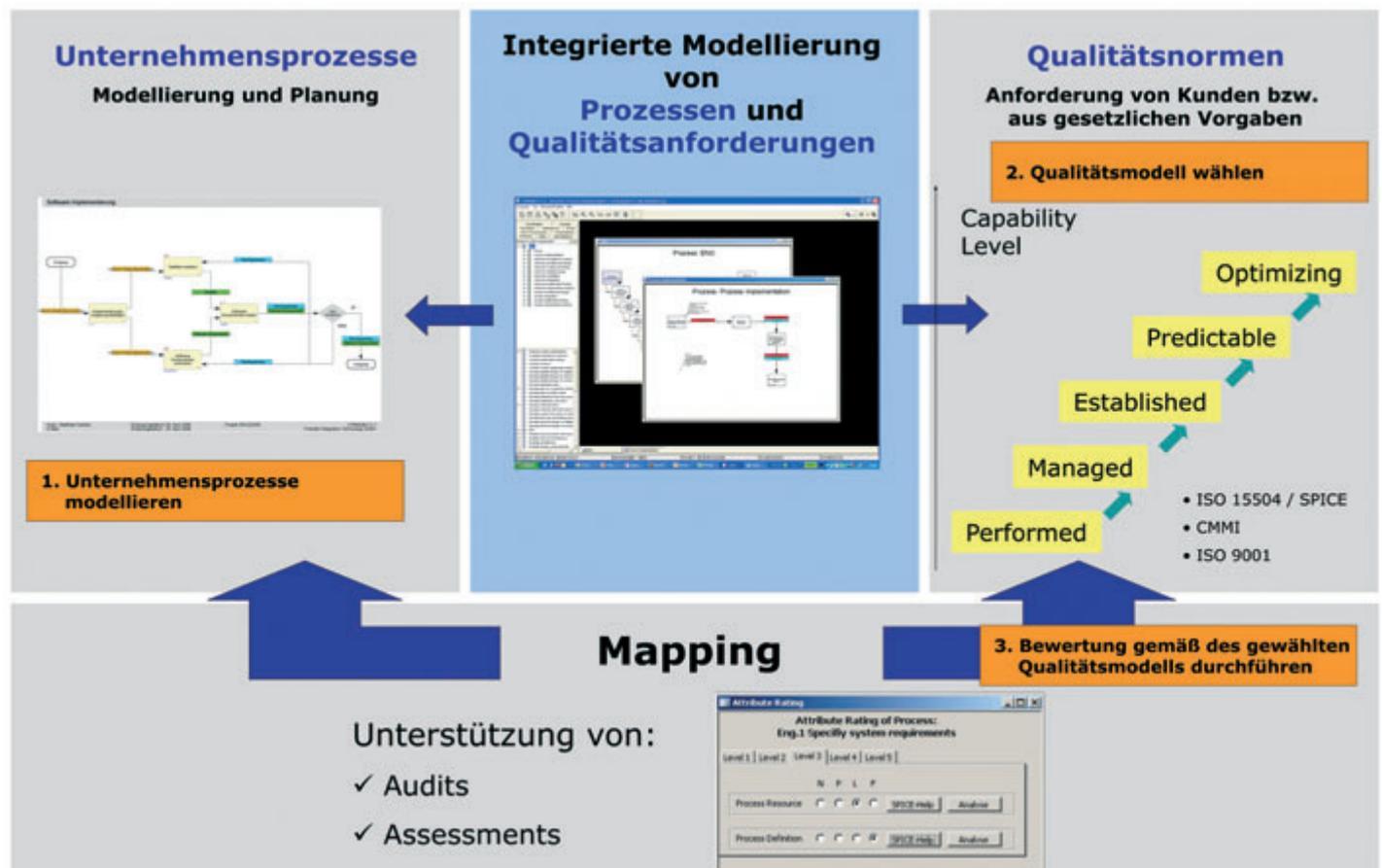
Lehrstuhl für Angewandte Informatik IV – Datenbanken und Informationssysteme

viele Anwendungen nicht mit einem Standardprozessmodell auskommen, sondern ein angepasstes Prozessmodell benötigen, das es gestattet alle Informationen des betreffenden Anwendungsgebiets kompakt und übersichtlich darzustellen. So wurde beispielsweise eine domänenspezifische Prozessmodellierungssprache entwickelt, welche zur Prozesssteuerung in einem semi-mobilen klinischen Arbeitsplatz herangezogen wird. Dieser Arbeitsplatz wurde speziell für die Durchführung von Screening-Untersuchungen konzipiert. In Zusammenarbeit mit der Universitätsaugenklinik in Erlangen wurde ein Prototyp realisiert, der die Früherkennung von Glaukom-Erkrankungen unterstützt. Das hierfür entwickelte Prozessmodell umfasst alle Daten, welche zur Durchführung solcher Screening-Untersuchungen in semi-mobilen Umgebungen notwendig sind. Abbildung 1 zeigt den Aufbau des Anwendungs-

szenarios. Der semi-mobile Arbeitsplatz umfasst mehrere Arbeitsstationen: neben dokumentierenden Arbeitsschritten zur Aufnahme der Patientenbasisdaten werden verschiedene Messplätze betrieben (z.B. Messung des Augendrucks) und an eine zentrale Datenbank angebunden. Der diese Anwendung beschreibende Prozess definiert alle notwendigen medizinischen Daten, integriert aber auch medizinische Algorithmen, welche zur Auswertung von Untersuchungsergebnissen verwendet werden. Nach erfolgter Screening-Untersuchung werden die Untersuchungsergebnisse an zentralen Stellen (zumeist im Klinikum) diagnostiziert und die Patienten werden befundet. Der Screening-Prozess ist so konfiguriert, dass je nach Wunsch des untersuchten Bürgers alle Messergebnisse und Ergebnisberichte (Befund, Arztbrief, etc.) in die elektronische Gesundheitsakte des Bürgers integriert

werden können. Dieser Arbeitsplatz wurde im Rahmen der Erlanger Gesundheitswoche und bei verschiedenen Aktionen in Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen erfolgreich getestet und Vorsorgeuntersuchungen bei mehreren Hundert Bürgern vorgenommen. Eine entscheidende Eigenschaft der hier vorgestellten Untersuchungsinfrastruktur ist, dass sie auf Modellierungsebene flexibel und effizient auf andere Anwendungsgebiete angepasst werden kann, welche andere Charakteristika und Besonderheiten aufweisen. Sowohl das hierzu notwendige Prozessmodell als auch die zur Ausführung der Prozesse notwendige Ausführungsumgebung werden über Konfigurationen automatisch generiert. Neben der medizinisch-klinischen Anwendung konzentriert sich der Lehrstuhl vor allem auch auf die Unterstützung eines prozessbasierten Qualitätsmanagements. Exem-

Abbildung 2: Prozessorientiertes Qualitätsmanagement



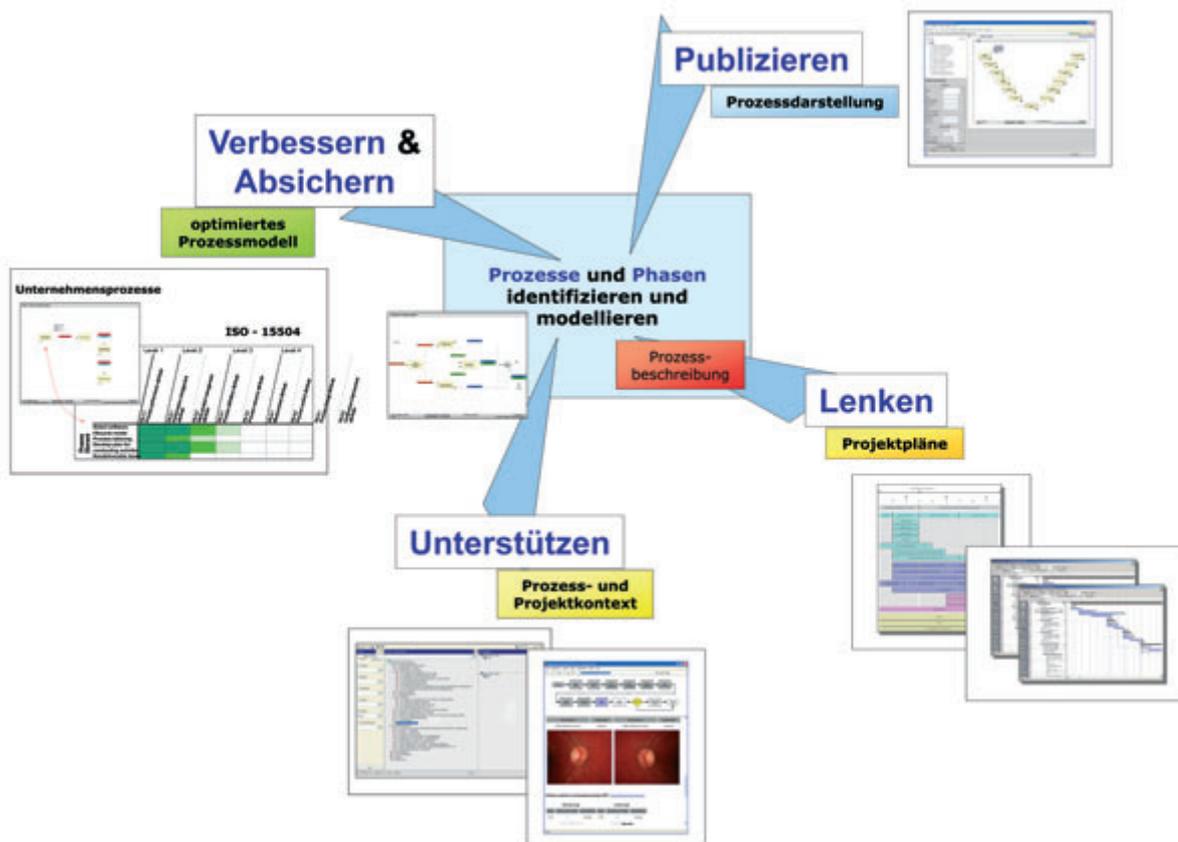


Abbildung 3:  
Integriertes,  
prozessgestütztes  
Projektmanage-  
ment

plarisches wird dies anhand des so genannten SPiCE-Standards (ISO 15504) zur Qualitätssicherung bei Softwareprojekten untersucht. Hierzu werden zunächst zur Modellierung von Anwendungsprozessen in einem Unternehmen angepasste Prozessmodelle zur Verfügung gestellt. Ausgehend von Referenzprozessen (z.B. ISO 12207 oder dem V-Modell) können die Prozessmodelle auf die jeweiligen Gegebenheiten im Unternehmen angepasst werden. Neben der Modellierungskomponente können in unserer generischen Infrastruktur auch Auswertungsmodule definiert werden. Dadurch lässt sich eine Abbildung der Unternehmensprozesse auf Referenzprozesse realisieren und es kann eine Bewertung des Prozessreifegrades gemäß dem Bewertungsmodell des SPiCE-Ansatzes unterstützt werden (Abbildung 2). Die Generik unseres Ansatzes ermöglicht es, effektiv und effizient sowohl die Referenzmodelle als auch das Bewertungsmodell auszutauschen, so dass auch alter-

native Qualitätsansätze unterstützt werden können.

Schließlich sei noch auf eine dritte Anwendung unseres repositoriumbasierten Meta-Modells hingewiesen, welches ein integriertes Projekt- und Wissensmanagement umsetzt. Hierbei bezeichnen wir ein Gesamtvorhaben oftmals als Prozess; Beispiele hierfür sind der Produktentwicklungsprozess oder der Produktionsplanungsprozess. Die Umsetzung beispielsweise einer konkreten Produktentwicklung geschieht in Projekten. In solchen Projekten finden sich Anwendungsprozesse, welche konkrete Arbeitsfolgen beschreiben. Wir stellen für die Modellierung solcher Gesamtvorhaben, also für die Definition von Projekten und Prozessen, generische Modellierungskonstrukte zur Verfügung (Abbildung 3). Eine Integration mit Projektmanagementsystemen, für welche Projektpläne generiert

werden, wird ermöglicht. Darüber hinaus wird die – beispielsweise intranet-basierte – Publikation von Projekt- und Prozessbeschreibungen unterstützt. Zur Aufnahme und Verwaltung der großen Vielzahl von in einem solchen Gesamtvorhaben produzierten und zu verwendenden Dokumenten und Daten bauen wir ebenfalls integriert einen multidimensionalen Wissensspeicher auf. Alle in diesem Ansatz genannten Konstruktionen können angepasst auf die spezifische Anwendungssituation generiert werden.

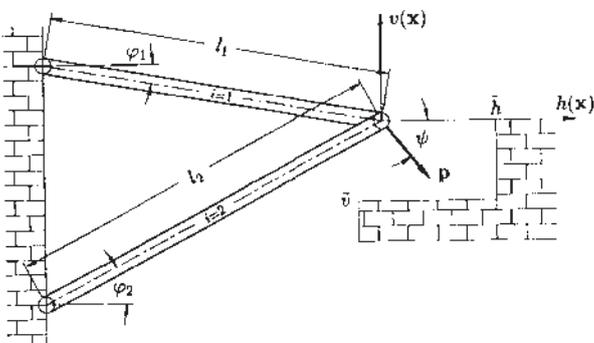
Ziel weiterer Forschungsarbeiten am Lehrstuhl für Datenbanken und Informationssysteme ist die Weiterentwicklung der vorgestellten Konzepte und vor allem ihre Übertragung auf andere Anwendungsgebiete, wie beispielsweise die Biologie oder auch die Umweltwissenschaft. ■

[ Nähere Informationen zum Lehr- und Forschungsspektrum des Lehrstuhls für Datenbanken und Informationssysteme finden sich unter: <http://ai4.inf.uni-bayreuth.de> ]

# Optimierung komplexer

Zur Entwicklung neuer Produkte, zur Strukturerkennung in großen Datenmengen, zur Planung oder zur Steuerung technischer Abläufe können moderne Optimierungsverfahren einen wesentlichen Beitrag liefern. Sie erlauben die Beschreibung und Simulation komplexer Systeme oder Prozesse schon im Entwicklungsstadium und können daher den Entwurf optimieren, Entwicklungszeiten reduzieren, die Qualitätskontrolle verbessern und die Produktionskosten reduzieren.

Optimierung bedeutet hier, dass ausgehend von einem mathematischen Simulationsmodell eine vorgegebene Zielfunktion unter zusätzlichen Nebenbedingungen zu minimieren ist. Eine typische Anwendung aus der Mechanik könnte darin bestehen, das Gewicht eines Stabwerkes unter Einhaltung vorgegebener Festigkeitsbedingungen zu minimieren. Illustrativ beschreibt die nebenstehende Skizze eine mechanische Struktur bestehend aus zwei Stäben unter einer vorgegebenen Belastung  $p$  und Schranken für den Entwurfsraum, in diesem Fall definiert durch maximal zulässige Verformungen.



Hierzu ist die Analyse und Entwicklung leistungsfähiger numerischer Verfahren und die Implementierung effizienter, robuster Software

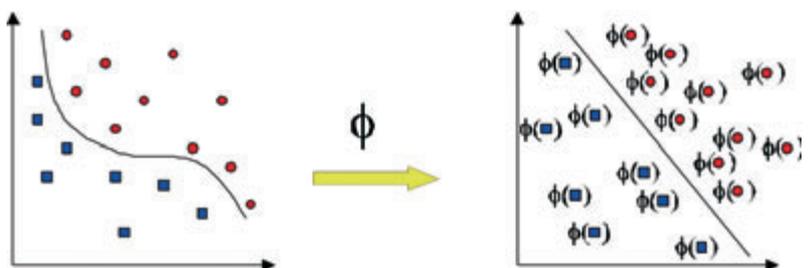
erforderlich, beispielsweise so genannte SQP-Verfahren (Sequentielle Quadratische Programmierung). Diese kommen mittlerweile in nahezu allen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen zum Einsatz sowohl in der Industrie als auch im akademischen Umfeld. Aktuelle Forschungsvorhaben und Kooperationsprojekte sind

- Entwicklung einer Plattform zur Topologieoptimierung mechanischer Strukturen aus der Luft- und Raumfahrt,
- optimale Planung und Steuerung von Förderprozessen für Erdöl/-gas.
- Entwurf elektronischer Bauteile,
- Support-Vektor-Maschinen zur Klassifikation von Daten,
- Rezeptor-Ligand-Bindungsstudien für pharmazeutische Substanzentwicklungen.

## Förderprogramme:

Elitenetzwerk Bayern  
Shell GameChanger  
EU Exzellenznetzwerk  
PASCAL  
EU STP PLATO-N

Zum Einsatz kommen die unterschiedlichsten Analyse-, Simulations- und Implementierungstechni-



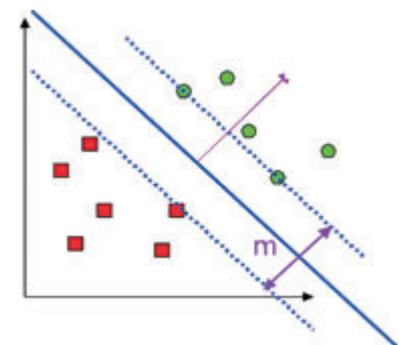
**Industrie-kooperationen:**

|         |        |
|---------|--------|
| EADS    | EPCOS  |
| BIKG    | CADFEM |
| InuTech | ESTECO |

ken. Neben den hauptberuflichen Wissenschaftlichen Mitarbeitern werden Studenten im Rahmen von Betriebspraktika und Diplomarbeiten an diese oder ähnlich gelagerte praktische Fragestellungen herangeführt.

Einige Anwendungen sollen in Form von Fallstudien illustriert werden.

## 1. Klassifizierung von Daten

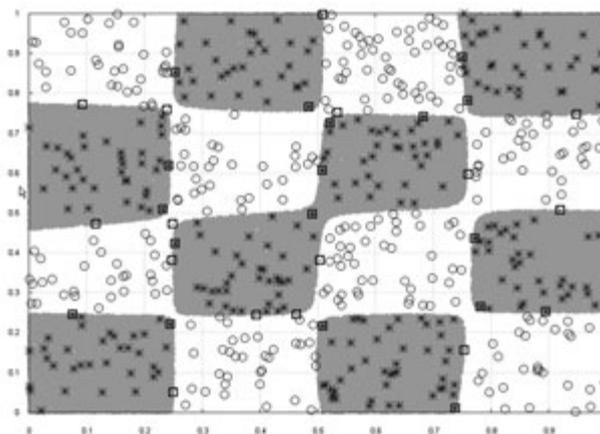


In den letzten 10 Jahren haben sich sog. Support-Vektor-Maschinen im Bereich des Maschinellen Lernens zur Lösung von Klassifikationsaufgaben durchgesetzt, also beispiels-

# Prozesse

weise zur Erkennung von Handschriften oder Sprache, im Data Mining oder zur Analyse von Gen- oder Molekülstrukturen. Im einfachsten Fall der binären Klassifikation besteht das Grundproblem aus der Trennung von Daten durch eine Gerade mit maximalem Rand  $m$ . Aber nicht alle Daten lassen sich linear trennen. Also wird eine nicht-lineare Trennung erzeugt mithilfe einer Transformation in den Feature Space (Kerntrick).

Gesucht sind numerische Lösungsverfahren für ein komplexes mathematisches Problem sowie deren Programmierung, Test und Anwendung zunächst auf akademische Beispiele (hier: Schachbrett).



$$\begin{aligned} \min & \frac{1}{2} \alpha^T (YK(X, X, p) + \nu I) \alpha - e^T \alpha \\ \alpha \in \mathbb{R}^n : & y^T \alpha = 0 \\ & \alpha \geq 0 \end{aligned}$$

## 2. Entwurfsoptimierung elektronischer Komponenten (Epcos AG)

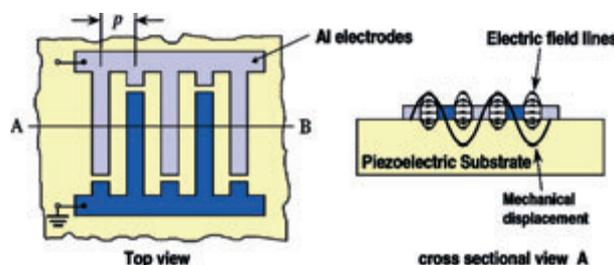


Das mathematische Modell beruht auf der Wellengleichung und dem piezo-akustischen Effekt abhängig von diversen Geometrieparametern wie Länge, Höhe, Anzahl metallischer Lagen. Um elektro-akustische Eigenschaften berechnen zu können, wird die Ladungsverteilung des Bauteils berechnet. Hierdurch kann die totale Interaktion von Reflexion und Durchlassvermögen akustischer Wellen beschrieben werden. Ausgehend von Entwurfszielen werden

die geometrischen Parameter eines Filters berechnet durch Maximierung eines Zielfunktionalis.

## 3. Optimaler Entwurf von Satellitenantennen (Astrium AG)

In Kommunikationssatelliten kommen Antennen in Form von rotationsymmetrischen Rillenhornstrahlern zum Einsatz. Durch geeignete Formgebung des Horns wird für die frei abgestrahlten Wellen eine bestimmte räumliche Energieverteilung erreicht, die Strahlungs- oder auch Richtcharakteristik des Horns. Hierzu wird die Innengeometrie ab-



hängig von den geometrischen Parametern beschrieben und ausgehend von der Streumatrix ein Optimierungsproblem aufgestellt. Ausgehend von den Anforderungen eines Kunden soll hierbei der Frequenzgang an der Hornöffnung optimal eingestellt werden. ■



Nahuel Ku-Band

### Kontakt

Prof. Dr. K. Schittkowski  
 Universität Bayreuth  
 Fakultät für Mathematik und Physik  
 95440 Bayreuth  
 Tel.: 0921 553278, Fax: 0921 552999  
 E-Mail: klaus.schittkowski@uni-bayreuth.de  
 Internet: <http://www.klaus-schittkowski.de>

# Roboter zum Anfassen

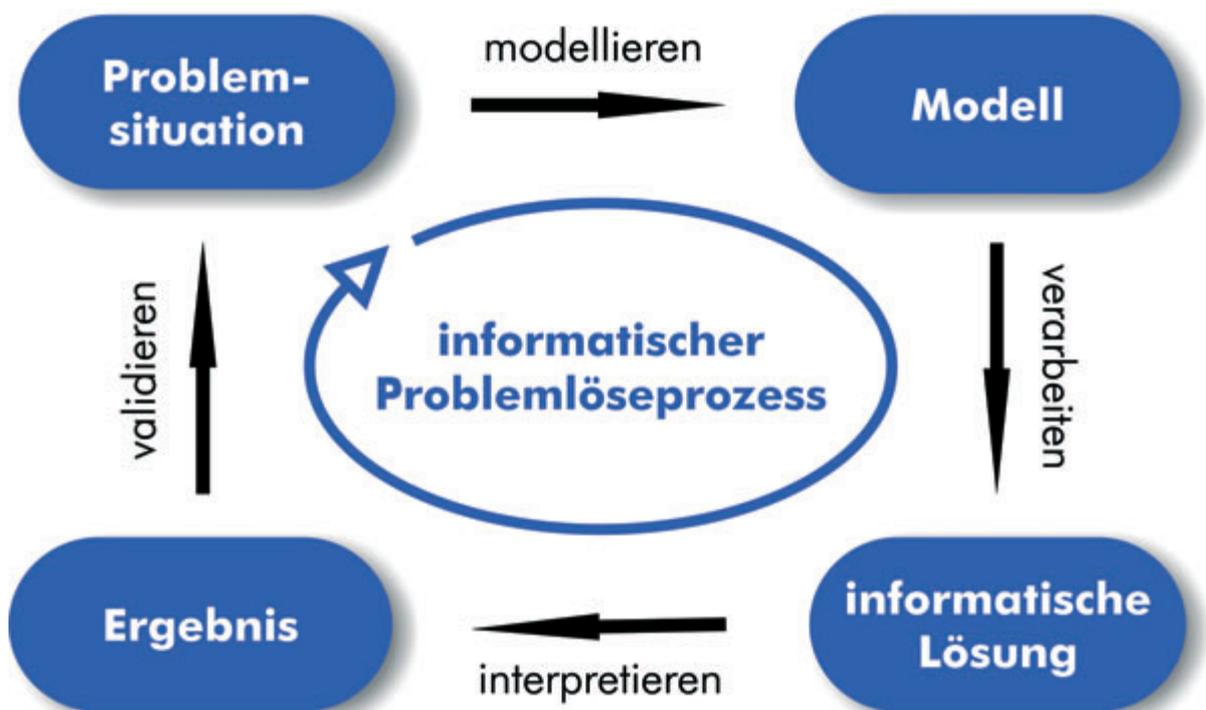
## Problemlösendes

An der Universität Bayreuth besteht seit dem Wintersemester 2002/03 die Möglichkeit des Lehramtsstudiums in Informatik für die Lehramter an Realschulen, beruflichen Schulen und Gymnasien. Die Entwicklung der Studierendenzahlen gestaltet sich überaus erfreulich. Mittlerweile hat sich beinahe die Hälfte der für Informatik eingeschriebenen Studierenden für ein Lehramtsstudium entschieden. Die fachdidaktische Ausbildung erfolgt am Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik (Prof. Dr. Peter Baptist), der um die Didaktik der Informatik erweitert wurde. Fachdidaktik versteht sich als Schnittstelle zwischen der Fachwissenschaft und dem Schulunterricht. Daher beschäftigt sie sich sowohl mit informatischen Inhalten als auch mit ihrer didaktischen Aufbereitung.

Informatik und Informationstechnik spielen in unserem alltäglichen Leben eine immer wichtigere Rolle. Mittlerweile ist der Informatikun-

terricht in den Lehrplänen aller Schularten in Bayern verankert. Als „junges“ Unterrichtsfach bietet die Informatik eine gute Chance, sowohl neue Inhalte als auch neue Wege des Lehrens und Lernens in den Unterricht zu integrieren. Im Rahmen der großen Schulleistungsstudien der vergangenen Jahre – wie TIMSS oder PISA – wurden bei unseren Schülern mehrfach Defizite im Bereich des Problemlösens aufgedeckt und auch ein zu wenig schülerzentrierter Unterricht bemängelt.

Gerade das Lösen von Problemen spielt in der Informatik eine zentrale Rolle – egal ob bei der Entwicklung großer Softwaresysteme oder bei der Abbildung von Geschäftsprozessen mit informatischen Mitteln. Informatiker sehen sich bei ihrer täglichen Arbeit immer wieder mit Problemen konfrontiert, die sie angehen und bewältigen müssen. Dazu hat sich im Lauf der Zeit ein Arbeitsprozess herauskristallisiert, der auch die Grundlage für einen problemorientierten und schülerzentrierten Informatikunterricht bilden



*Problemlösen in der Informatik*

# und virtuell

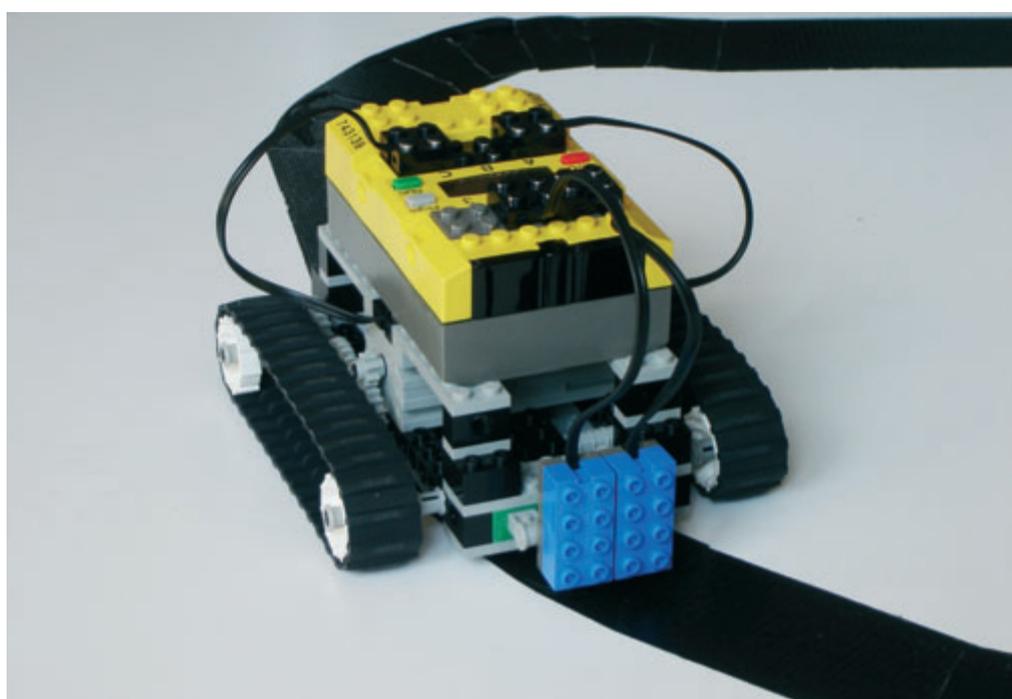
## Arbeiten im Informatikunterricht

kann. Dieser informatische Problemlöseprozess gliedert sich in vier Schritte.

In der ersten Phase wird, ausgehend von der gegebenen Problemsituation, beispielsweise abstrahiert und akzentuiert und damit ein Modell geschaffen, das die Grundlage für die weitere Arbeit bildet. Entscheidend ist es, dabei eine entsprechende Methodenkompetenz zu besitzen, die bei der Auswahl des geeigneten Modellierungsverfahrens hilft. Bei einem Unterrichtsprojekt zur Erstellung eines Verwaltungssystems für die Schulbibliothek kann ein Entity-Relationship-Modell bei der Darstellung der Beziehungen zwischen wichtigen beteiligten Objekten helfen.

Im nächsten Schritt geht es an die konkrete Umsetzung des Modells mit informatischen Mitteln. Für das Bibliothekssystem bedeutet das, entsprechende Datenbankstrukturen zu erstellen und eine Bedienoberfläche zu entwickeln. Daraus ergibt sich eine informatische Lösung für das gestellte Problem.

Die gefundene Lösung gilt es in der nächsten Phase zu interpretieren. Es wird eine Rückübersetzung aus der „Sprache“ des Modells in die Realität vorgenommen, um zu einem Ergebnis zu gelangen. Dabei wird untersucht, wie das Bibliothekssystem beispielsweise einen Ausleihvorgang im Konto eines Benutzers darstellt. Aus den erzeugten



Einträgen in der Datenbank kann der reale Vorgang des Ausleihens rekonstruiert werden.

Der abschließende Arbeitsschritt betrifft die Validierung des Gesamtprozesses. Zum einen wird die Korrektheit betrachtet: Verhält sich das Bibliothekssystem so, wie wir es erwarten? Zum anderen wird auch die Effizienz der Lösung untersucht. Ergeben sich dabei Unstimmigkeiten, muss der Problemlöseprozess in abgeänderter Form erneut durchlaufen werden. Es handelt sich um einen Kreisprozess, bei dem alle Schritte wichtig sind, da erst nach der letzten Phase eine

endgültige Aussage über die Richtigkeit getroffen werden kann.

Das geschilderte Vorgehen beim Lösen von Problemen besitzt die Eigenschaft, dass es selbstständig ist: Bei der Anwendung des Verfahrens auf große Probleme können diese in Teilprobleme zerteilt werden, die selbst wieder mit Hilfe des Problemlöseprozesses gelöst werden.

Im Schulunterricht eignet sich dieser problemorientierte Ansatz hervorragend, um Schüler an eigenständiges und eigenverantwortliches Arbeiten heranzuführen. Schüler arbeiten kooperativ in den

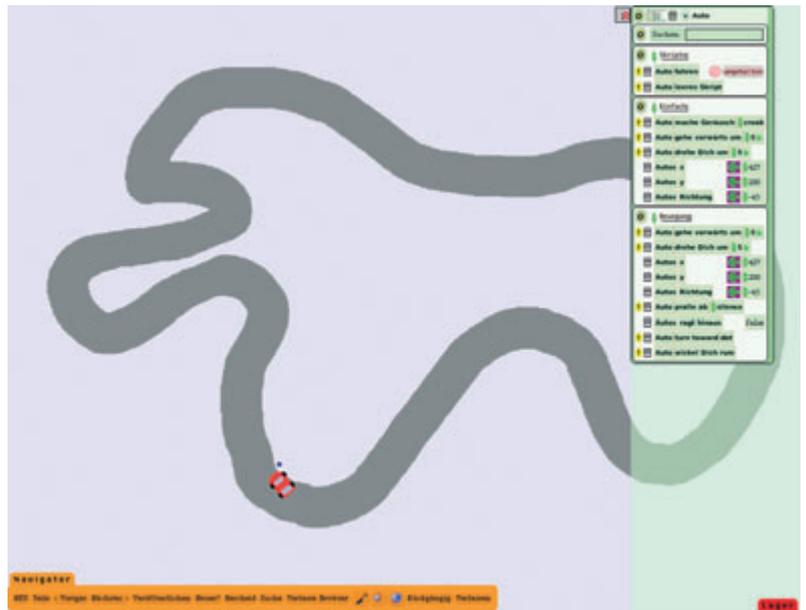
*Folgen einer Linie:  
Roboter mit zwei  
optischen Sensoren  
zur Linienerkennung*

## Roboter zum Anfassen und virtuell – Problemlösendes Arbeiten im Informatikunterricht

einzelnen Phasen des Problemlöseprozesses, tauschen sich aus, diskutieren Lösungsvorschläge, setzen Lösungen um und stellen anschließend ihre Arbeit vor.

Um im Schulunterricht in der beschriebenen Form an komplexeren Problemen arbeiten zu können, sind natürlich entsprechende Grundlagen nötig. Diese werden beim Arbeiten mit einfacher gestalteten Problemen im Informatikanfangsunterricht in der Sekundarstufe I gelegt. Neben Kenntnissen in der Modellierung sind dabei auch grundlegende, systemunabhängige Fähigkeiten in der Algorithmik und Programmierung nötig, damit der Problemlöseprozess auch umgesetzt werden kann.

Um Schüler bei der Einführung in die Algorithmik in ihrer Erfahrungswelt abzuholen, hat sich die Verwendung von Robotern bzw. grafisch orientierten Softwaresystemen als sinnvoll herausgestellt. Ein solches Produkt sind die Lego Mindstorms, ein Baukastensystem, mit dem Schüler selbst Roboter bauen

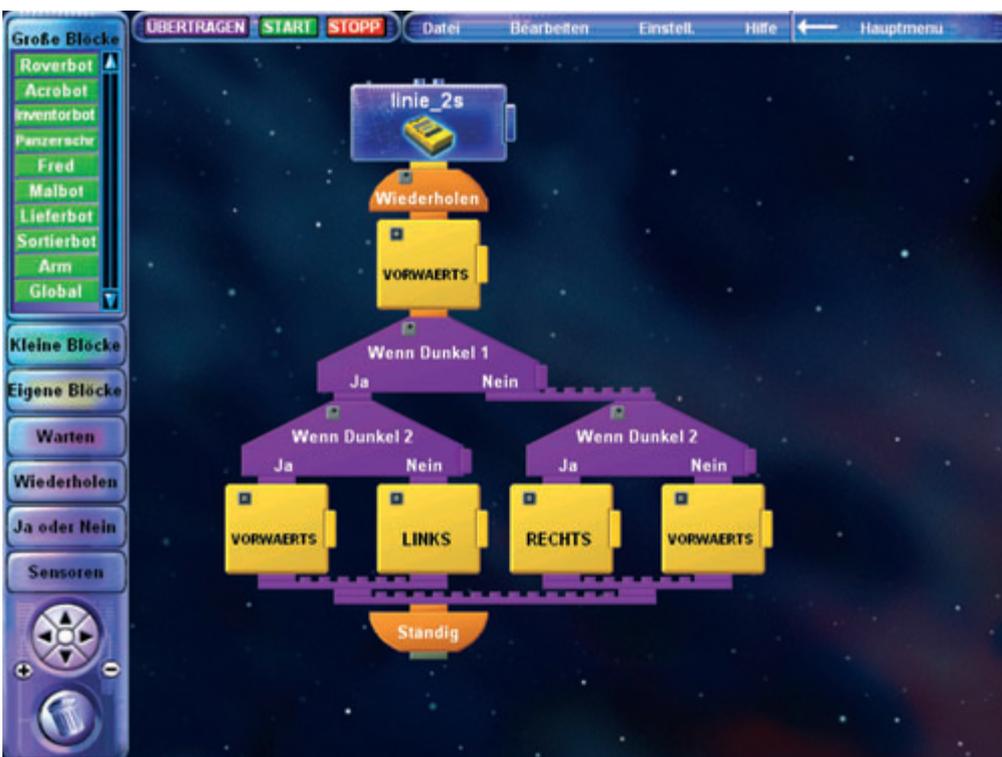


Gezeichnete Straße und Auto als Ausgangssituation der Linienverfolgung, Eigenschaften und Methoden des „Objekts“ Auto (rechts)

und programmieren können. Die Roboter lassen sich von den ersten Schritten der Algorithmik bis hin zu komplexeren Aufgabenstellungen, die die Kommunikation und Kooperation mehrerer Geräte erfordern, einsetzen. Im Anfangsunterricht

können einfache grafische Programmieroberflächen genutzt werden, die Syntax- und Semantikprobleme erst gar nicht entstehen lassen. Schritt für Schritt ist es möglich, zusätzliche Kontrollstrukturen oder das Prinzip von Variablen einzuführen. Dabei steht entdeckendes Lernen im Vordergrund. Schüler erfahren aufgrund des Verhaltens ihres Roboters sofort, wie sich Änderungen in einem Programm auswirken. Problemstellungen können bereits nach kurzer Zeit in Gruppen gelöst werden. Eine typische Aufgabe besteht darin, einen Roboter so mit Sensoren auszustatten und zu programmieren, dass er einer aufgezeichneten Linie folgt. Die Schülergruppen müssen zunächst den Aufbau ihres Roboters an die Aufgabenstellung anpassen. Dazu müssen sie entscheiden, wie viele optische Sensoren sie verwenden, um die „Straße“ zu erkennen und müssen geeignete Orte am Roboter finden, an denen sie die Sensoren montieren. Sie überlegen, wie sie ihrem Roboter beibringen, sich immer auf der Linie fortzubewegen, auch wenn diese beliebige Kurven beschreibt. Es ergeben sich ganz unterschiedliche Lösungsansätze.

Grafisch erstelltes Programm zum Folgen einer Linie für den Roboter mit zwei optischen Sensoren



Unter den fertig programmierten Roboter kann in einem Wettbewerb derjenige ermittelt werden, der die vorgegebene Straße als schnellster fehlerfrei befährt. Die Aufgabe des Lehrers in solchen schülerzentrierten Phasen gleicht der eines Beraters, er unterstützt bei auftretenden Problemen und lässt sich von den Schülern ihre Lösungen erklären.

Nicht jede Schule besitzt eine Ausstattung mit Roboterbaukästen, es gibt allerdings kostenfreie Alternativen. Die freie Smalltalk-Entwicklungsumgebung Squeak bietet mit ihren sog. Etoys eine schülergerechte Oberfläche zum Einstieg in die Algorithmik. Squeak ist eigentlich ein System, um objektorientiert zu programmieren. Mit Hilfe der Etoys ist es möglich, die Objekte durch Zeichnen mit einem einfachen, integrierten Malprogramm selbst zu erstellen. Diese Objekte haben dann Attribute wie Größe, Position oder Farbe und bringen vorgegebene Methoden mit, beispielsweise zum Bewegen. Weiterhin lassen sich Programme – so genannte Skripte – erzeugen, indem Methodenaufrufe und Kontrollstrukturen in einem Skriptfenster kombiniert werden. Auch hier werden Probleme mit Syntax und Semantik in den Hintergrund gedrängt, da die „Befehle“ an die natürliche Sprache angelehnt sind, Optionen auf sinnvolle Bereiche eingeschränkt und einzelne Programmblöcke mit der Maus erstellt werden.

Das geschilderte Problem des Linienverfolgens lässt sich mit Squeak in ähnlicher Form lösen wie mit den Mindstorms. Die „Straße“ wird als Linie ebenso gezeichnet wie ein Auto, das auf der Straße fahren soll. Auch ein „optischer Sensor“ wird als Punkt an das Fahrzeug angefügt. Das Skript für die Bewegung des Autos beschränkt sich auf wenige Befehle. Es fährt ständig geradeaus. Diese Vorwärtsbewegung wird mit



*Squeak Skript zum Steuern des Autos*

einer Drehbewegung kombiniert, die je nachdem, ob sich der „Sensor“ auf oder neben der Straße befindet, das Auto nach rechts bzw. links fahren lässt. Der objektorientierte Charakter von Squeak lässt sich auch daran erkennen, dass beliebig viele „Kopien“ des Autos erzeugt werden können, die auch alle das Skript zum Folgen der Linie besitzen. Die Aufgabenstellung lässt sich erweitern: Mehrere Autos fahren auf der Straße mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, ohne dass Kollisionen auftreten.

Diese beiden Beispiele aus dem Anfangsunterricht zeigen, wie im oben geschilderten Sinn problemorientiert gearbeitet werden kann.

Die hier aufgezeigten Aspekte eines modernen Informatikunterrichts werden den Studierenden der Informatiklehrämter in Vorlesungen, Praktika und Seminaren vermittelt. Dabei lernen sie neben den theoretischen Grundlagen auch das praktische Arbeiten mit unterrichtsgerechten Werkzeugen kennen.

Die Didaktik der Informatik bietet weitere Veranstaltungen aus den Bereichen Algorithmen, Datenstrukturen und Programmierung sowie Netzwerke, Betriebssysteme und Systemadministration an, die jeweils so aufgebaut sind, dass sowohl fachwissenschaftliche Inhalte vermittelt als auch ihre schülergerechte Aufbereitung und Darbietung behandelt werden. Daneben sammeln die Studierenden in betreuten

Schulpraktika erste Erfahrungen beim Unterrichten.

In der Forschung befasst sich die Didaktik der Informatik mit der Gestaltung des Informatikanfangsunterrichts, mit Algorithmik, Datenstrukturen und Netzwerktechnik im Unterricht. Darüber hinaus wird gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik die dynamische Mathematiksoftware GEONExT weiterentwickelt. In dieses Projekt sind auch Studierende des Lehramts Informatik mit eingebunden. ■

#### **Kontakt**

*Dr. Matthias Ehmann  
Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik –  
Didaktik der Informatik*

*<http://did.inf.uni-bayreuth.de>*

#### **Weiterführende Links:**

*<http://squeak.org>  
<http://squeakland.org>  
<http://geonext.de>*

# Umweltinformatik

## Was ist Umweltinformatik?

Im Studium der Umweltinformatik wird eine Grundausbildung in der Informatik mit Anwendungsperspektiven aus der Umwelt- und Ökosystemforschung verbunden. Die Analyse und Bewertung von Umwelt- und von Ökosystemen steht im Zentrum dieses Anwendungsgebietes.

In der Umweltinformatik schneiden sich zwei „globale Themen“, die in der Vergangenheit wenig miteinander zu tun hatten. Globalisierung geht mit folgenden zwei Merkmalen einher: Mit den niedrigen Kosten globaler Ströme von Rohstoffen und Industriegütern sowie den niedrigen Kosten von Informationen und von Informationsverarbeitung. Die beiden Seiten der Umweltinformatik kommen darin zum Ausdruck: Warenströme sind mit Eingriffen in die Umwelt und in Ökosysteme verbunden. Die Informationsströme sind Ausdruck der modernen Kommunikations- und Informationstechnologie (IT).

Bisher wurden große Umweltthemen, wie Waldschäden, Umweltgifte, Abnahme der Biodiversität, Risiken der Gentechnik oft vor einem eher technikfeindlichen Hintergrund öffentlich diskutiert. Die technisch dominierte Umgestaltung von Natur führte immer wieder neue Risiken und Folgen von moderner Technik vor Augen. Diese unerwarteten Folgen waren und sind schwer zu bewerten oder zu kontrollieren. Das aktuell bekannteste Thema ist der Klimawandel infolge menschlicher (technischer) Freisetzung von Treibhausgasen in die Atmosphäre. Neue Kommunikationstechnologien stehen für den immensen Fortschritt, durch den sich die Computertechnologie in den letzten Jahren in ihren Anwendungen in vielen gesellschaftlichen Bereichen manifestiert hat. Chiptechnologie und Verfahren der Programmierung sind zu Ikonen von Hochtechnologie und Fortschritt der modernen Zivilisation geworden.

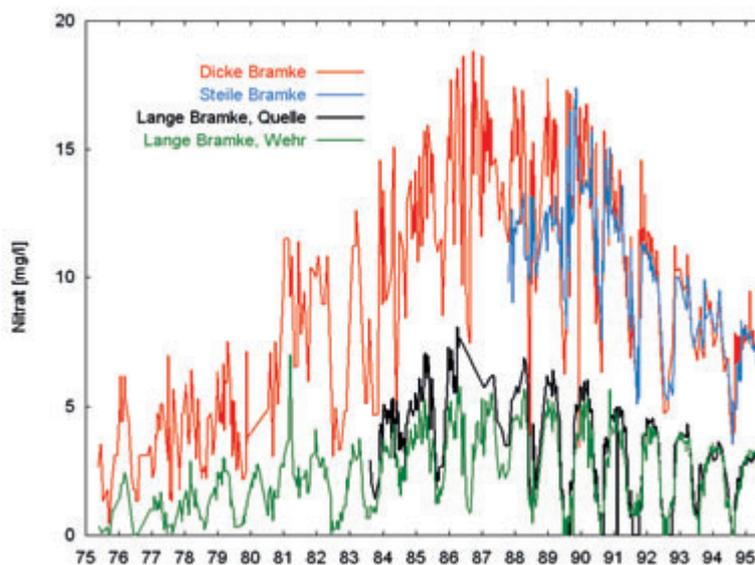
Was spricht dafür, gerade diese beiden Themen: Schutz und Bewahrung von Umwelt und Ökosyste-

men einerseits, und moderne Technologie in der Informationsverarbeitung und Kommunikation andererseits in einem Studiengang zusammenzufassen? Waren bisher nicht gerade Arbeitsteilung und Spezialisierung Garanten des technischen Fortschritts? Was haben feldökologische Arbeiten und Softwareentwicklung miteinander zu tun? Woher stammt unsere Überzeugung, dass diese Kompetenzen sich gegenseitig befruchten können?

## Womit befasst sich die Forschung in der Umweltinformatik?

Bisher hat sich die Umweltforschung als eine angewandte Wissenschaft verstanden. Naturwissenschaftliche Kenntnisse können mit den Methoden und Techniken der Informatik erstmals auch auf große komplizierte Umweltsysteme übertragen werden: angefangen vom täglichen Wetterbericht bis hin zu den langfristigen Szenarien der Klimaentwicklung. Derartige Modelle und Anwendungen basieren auf dem Teil der heutigen Computertechnik, der schnellere und umfangreichere (algorithmische) Berechnungen erlaubt. Neben der Rechengeschwindigkeit hat die IT einen weiteren zentralen Aspekt. Heutige Computer sind nicht nur immens schneller als ihre Vorläufer, sondern sie unterstützen interaktive Schnittstellen zum Benutzer. Hier liegt der Grund dafür, dass Computer in ihren kulturellen und sozialen Auswirkungen in erster Linie als eine neue Kommunikationstechnik wirken (Spiele, Internet, E-Commerce, etc.). Das oben genannte Selbstverständnis von Umweltforschung als angewandte Naturwissenschaft hat diesen zweiten wichtigen Aspekt von IT bisher wenig beachtet und

Abbildung 1: Die regelmäßige Überwachung von gelösten Inhaltsstoffen in Waldbächen, hier Nitrat, liefern Zeitreihen, die auf Zusammenhänge mit Klimaänderungen, dem Waldwachstum und menschlichen Eingriffen analysiert werden. (Quelle: H. Meesenburg, Niedersächsische Forstl. Versuchsanstalt).



scheinbar auch nicht benötigt.

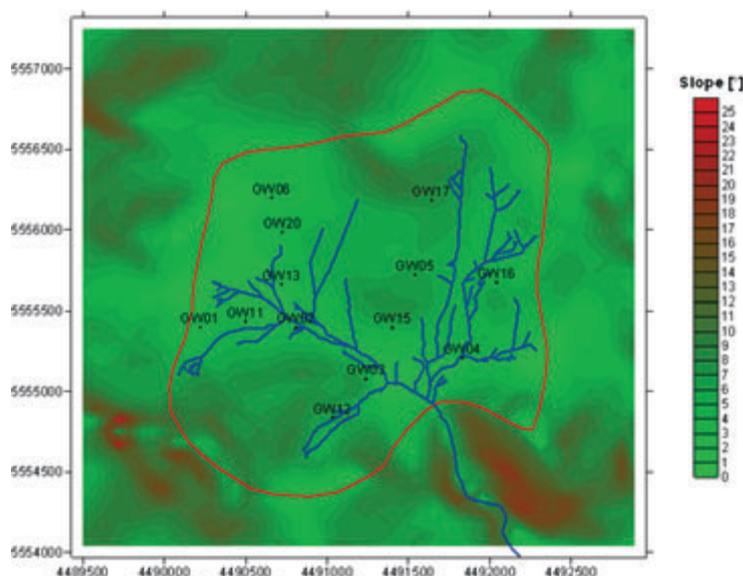
Bei vielen Umweltproblemen, besonders immer dann, wenn das Interesse den lebenden Bestandteilen des (Öko)Systems gilt, stehen Bewertungsfragen im Vordergrund. Es reicht nicht nur zu wissen, wie, wo und warum Ökosysteme sich ändern (siehe Abb. 1), sondern die kritische Frage ist, wie die beobachteten oder auch befürchteten Veränderungen zu bewerten sind. Die Rekonstruktion der Naturgeschichte hat gezeigt, wie veränderlich unsere Umwelt in der Vergangenheit gewesen ist, angefangen beim Klima, bis zu Ökosystemen und Populationen, von deren Nutzung menschliche Zivilisationen abhängen. Hinzu kommt, dass selbst da, wo man über längere Zeiträume von relativ vergleichbaren Ökosystemen ausging, wie etwa in Mitteleuropa, sich die Bewertung ähnlicher Ökosysteme durch den Menschen stark verändert hat, wie z. B. im Fall von Buchenwäldern. Es genügt daher nicht, die Ökosysteme von morgen, wie das Wetter, vorherzusagen (falls das überhaupt in absehbarer Zeit möglich werden wird). Die Kompetenz, diese künftigen und oft unvermeidbaren Änderungen zu bewerten und zu steuern (siehe Abb. 2), ist in vielen Fällen der eigentlich limitierende Aspekt. Das Wissen um die den jeweiligen Zielen, wie Nahrungs- oder Holzproduktion, Erholungsmöglichkeiten für Menschen, Naturschutz etc., angemessene Bewertungsgrundlage muss ständig dokumentiert und aktualisiert werden. Bis heute ist dieses empirische Wissen aus dem Umgang mit Ökosystemen die Grundlage von Entscheidungen über den Umgang mit Natur und belebter Umwelt geblieben.

Bei diesem Thema und der Frage, wie Bewertungs- und Steuerungskompetenz gegenüber Umwelt, Natur, Ökosystemen systematisch organisiert werden können, öffnet sich ein neues und breites Anwendungsgebiet der IT. Die bislang weitgehend ungenutzten Aspekte der neuen Technik, die interaktiven

und kommunikativen Seiten von IT, werden gerade bei der Behandlung von ökologischen Fragen benötigt. Welche Rolle Interaktion in ökologischen Systemen spielt, in welcher Beziehung der Interaktionsbegriff der Biologie zu dem der Informatik (statt dem in der Physik) steht, ist eine wichtige offene Frage in der Grundlagenforschung und der Praxis.

Über Forschungsfragen der Zukunft kann an dieser Stelle nur spekuliert werden. Jeder Studierende, der sich für ein Fach entscheidet, übernimmt mit seiner Wahl automatisch eine derartige Spekulation über zukünftige Entwicklungs- und Forschungsthemen. Wir wollen an dieser Stelle unsere eigenen Spekulationen explizit machen.

Es zeichnet sich eine Trennung bei der Behandlung von belebten und unbelebten Systemen ab. Während bei den großen Umweltsystemen, wie Atmosphäre, Hydro- und Lithosphäre, oft Skalen untersucht werden, bei denen lebende Systeme selbst keinen Einfluss auf die Veränderungen besitzen und nur von diesen Systemen abhängen, ist das bei lebenden Systemen (Ökosystemen) anders. Dort können aufgrund von Strategien und Entscheidungen der Organismen Veränderungen auftreten, für die ein grundsätzlich anderer (interaktiver) Modelltyp gewählt werden kann und sollte. Für Informatikanwendungen auf unbelebte Systeme ist es typisch, dass dort der eigentliche technische und intellektuelle Aufwand dem Vorhersageproblem gilt, während die Bewertung des Ergebnisses relativ trivial erscheint (z. B. bei der individuellen Bewertung des Wetterberichts) oder abgetrennt werden kann. Bei Ökosystemen scheint das umgekehrt zu sein. Dort liegt der sys-



tematische Aufwand oft darin, Informationen über den Erfolg von Kontroll- und Steuerungsmaßnahmen in der Vergangenheit oder in ähnlichen Ökosystemen zu organisieren und der intellektuelle Anspruch gilt den Bewertungs- und Steuerungsentscheidungen. Die Auswahl unter den vorhandenen Eingriffsmöglichkeiten und Maßnahmen ist meist klein, die unmittelbaren Folgen der Maßnahmen sind klar. Ihre langfristigen Wirkungen sind dagegen (prinzipiell?) unvorhersagbar, etwa wie bei Heiratsentscheidungen. Die Informatik bietet Methoden, um beide Typen von Problemstellungen, die Vorhersage und die Bewertungsprobleme auf der theoretischen und der praktischen Seite zu unterstützen. Hier liegt aktuelle Grundlagenforschung dicht neben der praktischen Anwendung, wie es für junge, wenig ausdifferenzierte Forschungsfelder typisch ist.

### In welchen Berufsfeldern wird Umweltinformatik benötigt?

Alle Richtungen der angewandten Informatik basieren auf einer soliden Einführung in die Informatik. 60% der Inhalte des Studiums sind den Inhalten in Mathematik und Informatik gewidmet. Auf diese

Abbildung 2: Grenzen eines kleinen hydrologischen Einzugsgebiets im Fichtelgebirge. Die Farben geben die Hangneigungen wieder. An den eingezeichneten Punkten befinden sich Grundwassermessstellen. (Quelle: G. Lischied)

## Umweltinformatik

Inhalte werden wir hier nicht weiter eingehen. Sie sind an anderer Stelle beschrieben und bilden die Grundlage und Ergänzung zu den fachlichen Inhalten der Anwendung, um die es hier gehen soll.

Umweltthemen können nach unterschiedlichen Kriterien organisiert werden, z. B. als:

- Umweltmonitoring am zu schützenden System. Es ist nach einer Einteilung in Kompartimente wie Boden, Wasser, Luft organisiert und ist derzeit das dominierende Thema. Es steht daher auch im Vordergrund des Curriculums und kommt in den gemeinsamen Veranstaltungen mit der Geoökologie zum Ausdruck.
- Gefahrenstoffabwehr orientiert sich an der stofflichen Grundlage der Gefährdung. Hier steht eine Änderung der rechtlichen Grundlage für den Umgang mit Chemikalien bevor. Die Fächer Umweltchemie und Ökotoxikologie gehören als Wahlfächer zum Curriculum für Umweltinformatiker.
- Produktionsprozessüberwachung ist auf mögliche Quellen einer Gefahr ausgerichtet. Sie kann nach Branchen, Firmen, Industriestandorten etc. organisiert werden. Hier bestehen Überlappungen mit und Spezialisierungsmöglichkeiten in Inhalten des Studiengangs Bio- und Umweltingenieurwissenschaften.
- Ziel- und Bewertungsrahmen sind an der Zielsetzung des Schutzes von Umwelt und Ökosystemen und der Grundlage der Bewertung orientiert. Dieses Feld bildet derzeit noch eine Zukunftsperspektive. Anwendungen sind hier technisch möglich, befinden sich aber noch in der Entwicklung. Ein „Flugsimulator für Umweltschützer“ ist ein einschlägiges Leitbild für diesen Anwendungsbereich. Die Grundlagen und Beispiele dazu werden u.a. in den Veranstaltungen zur ökologischen Modellbildung behandelt.

Das gemeinsame Merkmal für Umweltinformatik in diesen Kontexten ist, dass dort ein umfangreicher, meist automatisch erzeugter Dateninputstrom vorliegt, der organisiert und einer anspruchsvollen Bewertung zugeführt werden muss. Die Steuer- und Regelungsentscheidungen, die aufgrund dieser Daten fallen, sind oft zu dokumentieren, genauso wie die Kommunikation unter den entsprechenden Experten zu unterstützen ist. Auf der einen Seite müssen die Verfahren der Messtechnik und der Datenerhebung bekannt sein (wenn auch nicht in dem Umfang eigenständig beherrscht werden, wie durch die dort zuständigen Spezialisten). Auf der anderen Seite muss ein Verständnis für die Auswertungs- und Steuerungskompetenz vorhanden sein, um diese Entscheidungen unterstützen und dokumentieren zu können. Der Umweltinformatiker muss nicht selbst diese Bewertungs- und Entscheidungskompetenz besitzen, sondern sie soweit verstehen, dass er sie technisch optimal unterstützen kann.

Im Folgenden sind einige typische Beispiele aus diesen Berufsfeldern aufgezählt.

1. Monitoring: Für jedes der Kompartimente gilt eine gesetzliche Grundlage, die von der EU bis zur Ländergesetzgebung und Verwaltungsvorschriften reicht (z. B. EU-Wasserrahmenrichtlinie, Bodenschutzgesetz des Bundes, TA-Luft). Bundes- bzw. Landesbehörden sind u.a. mit der Umsetzung und Überwachung dieser Grundlagen beauftragt. Hinzu kommen Aufgaben der Gefahrenabwehr (z. B. der Hochwasserschutz und die Hochwasservorhersage beim Bayerischen Landesamt für Umwelt). Der Fortschritt in der Sensortechnik ist vergleichbar mit dem in der IT. Hier sind zunehmend große Datenmengen zu erfassen und auszuwerten. Wichtige Spezialfälle sind räumlich strukturierte Daten,

z. B. aus der Satellitenüberwachung, für deren Behandlung geographische Informationssysteme (GIS) zur Verfügung stehen und lange oder hochaufgelöste Zeitreihen (siehe Abb. 3), die mit modernen nicht-linearen Methoden ausgewertet werden.

2. Durch die anstehende Novellierung des Chemikaliengesetzes wird die Bewertung und Behandlung von Gefahrenstoffen im EU-Raum auf eine neue Grundlage gestellt (EU Gesetzesinitiative zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe, REACH). Danach müssen ca. 100.000 Altstoffe einer Prüfung unterzogen werden. Als Altstoff gelten alle chemischen Substanzen, die sich bereits im Handel befinden. Hier wird vermutlich in der chemischen Industrie eine erhöhte Nachfrage nach Kompetenz im Umgang mit großen Datenmengen zu ökotoxikologischen Fragen entstehen.
3. Für viele Branchen ist die Darstellung ihres Produktionsstandortes, ihrer Produkte, ihres Markennamens als „umweltfreundlich“ zu einem wichtigen Imagefaktor geworden. Eine der wichtigen Qualifikationen für einen betrieblichen Umweltbeauftragten ist die Organisation und Präsentation der entsprechenden Datenströme. Oft sind die Daten, die für die Kostenrechnung des Betriebes anfallen, eng verknüpft (bzw. identisch) mit Daten zur betrieblichen Ökobilanz. Hier ist eine breite Kompetenz gefragt, die über die Informatikinhalte hinausgeht.
4. Grundlagen- und Anwendungsforschung zum Thema Umwelt und Ökosystem wird auf lange Sicht ein Thema bleiben, in dem Umweltinformatiker in sehr unterschiedlichen Themen und Forschungskontexten eingebettet werden.

## Was hat die Universität Bayreuth in dieser Hinsicht zu bieten?

Die Informatik, mit derzeit vier Lehrstühlen an der UBT vertreten, ist an anderer Stelle in diesem Band beschrieben. Seit der Gründung der Universität bildet Ökologie einen ihrer Schwerpunkte in Forschung und Lehre. An der UBT besteht eine Reihe von Zusammenschlüssen, in denen die naturwissenschaftlichen Lehrstühle der Universität Bayreuth im Hinblick auf Umweltfragen zusammenarbeiten: z. B. das „Bay-CEER“ (Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung) oder „Forne“ (Forschungsstelle für das „Recht der Nachhaltigen Entwicklung“) in den Rechtswissenschaften zum Umweltrecht. Umweltinformatiker erfahren dieses breite Angebot in Form von Lehrveranstaltungen, die sie gemeinsam mit Studierenden aus den benachbarten Studiengängen des Umweltbereichs besuchen.

Als erste deutsche Universität hat Bayreuth vor über zwanzig Jahren den erfolgreichen Studiengang Geoökologie eingerichtet. Die Leitmetapher des Geoökologie-Studienganges bestand und besteht darin, die Umwelt als ein komplexes System zu verstehen, das mit menschlichen Gesellschaften in einem Stoff- und Energieaustausch steht. Hier werden die naturwissenschaftlichen Grundlagen zu diesen Strömen gelehrt und erforscht. Im Unterschied zur Geoökologie ist die Leitmetapher der Lehre in der Umweltinformatik, den Studierenden die Umwelt- und Ökosysteme als informationsverarbeitende Systeme zu präsentieren, mit denen und über die Menschen kommunizieren können. Die Mensch-Umweltbeziehung kann heute mit den Techniken der Informatik nach den Problem- und branchenspezifischen Anforderungen organisiert werden.

Weiterhin existiert an der UBT ein Studiengang für Umwelt- und Bioingenieure, in denen die technische

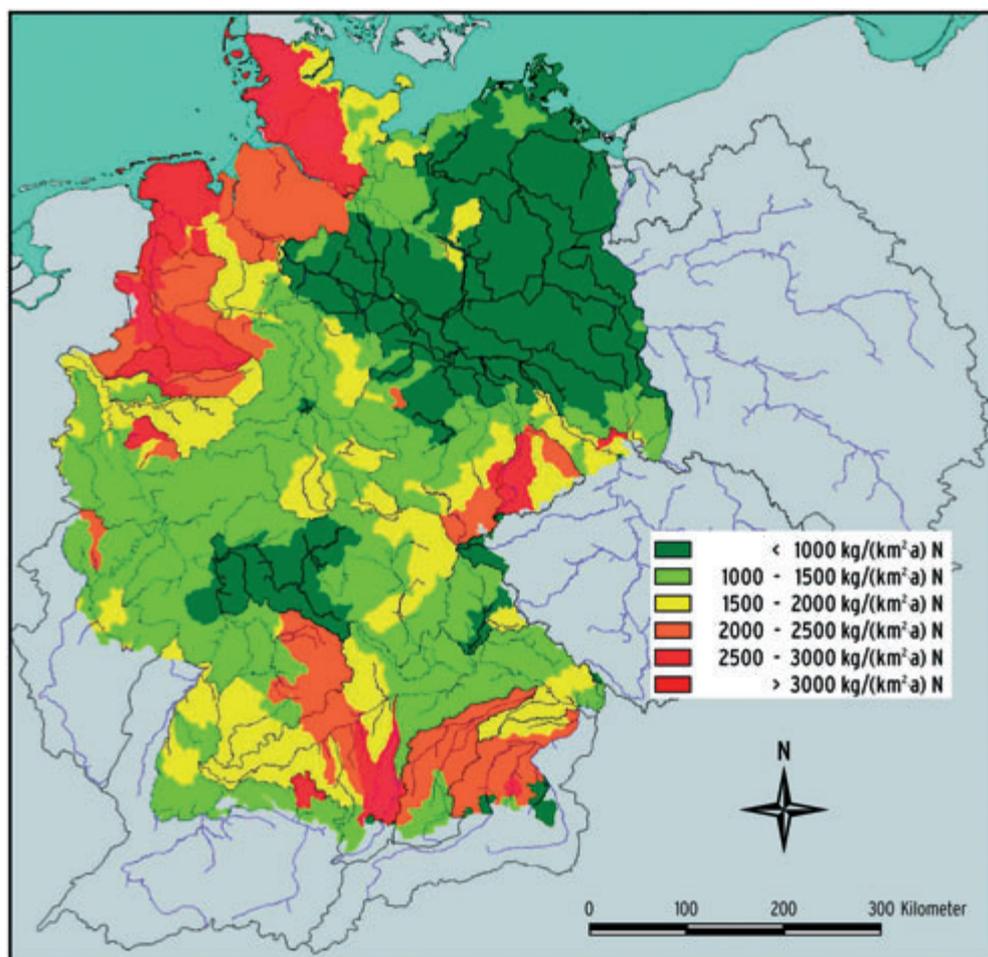
Seite des Umweltschutzes behandelt wird. Hier finden Umweltinformatiker die Gelegenheit zur Vertiefung im Hinblick auf betriebliche Berufsfelder. Zu Themen der Umweltchemie und Ökotoxikologie existieren Lehr- und Forschungseinrichtungen, die in beiden hier genannten Studiengängen beteiligt sind.

Darüber hinaus besteht ein Angebot an weitergehenden Masterprogrammen und die Gelegenheit zur Promotion, um damit das Bachelorstudium der Umweltinformatik als Sprungbrett für eine einschlägige Weiterqualifikation zu verwenden. In erster Linie bietet sich das Masterprogramm zur Umweltinformatik an, in dem Studierende die oben angesprochenen Forschungsthemen im Rahmen des eigenen Studiums vertiefen können. Aber auch die Masterprogramme der Nachbardisziplinen stehen für gute Absolventen der Umweltinformatik offen: Programme der Geoökologie, Biologie,

Ingenieurwissenschaften und der Elitestudiengang „Global Change Ecology“. Bereits im Bachelor-Studiengang steht ein Angebot an interdisziplinären Lehrveranstaltungen zur Verfügung, die über den Tellerand eines naturwissenschaftlichen oder ingenieurwissenschaftlichen Curriculums hinausreichen: Sie erhalten z. B. Gelegenheit an gemeinsamen Lehrveranstaltungen (Seminaren) mit Studierenden aus den Fächern „Philosophy und Economics“ oder der Kulturwissenschaften teilzunehmen.

Insgesamt treffen im Studiengang Umweltinformatik viele Entwicklungen zusammen, die die technischen und gesellschaftlichen Veränderungen der nächsten Jahre beeinflussen werden. Die Frage, wie sich moderne Gesellschaften und Technologien langfristig in ihrer Umwelt erhalten und bewähren können, wird ein Thema des 21. Jahrhunderts bleiben. ■

Abbildung 3:  
Auswertungen von Umweltdaten werden oft für Gebiete benötigt. Hier ist die Schätzung der Stickstoffeinträge in das Grundwasser dargestellt. (Quelle: Umweltbundesamt H. Behrendt, u.a. (2003))



# Computer in der Computer helfen Struktur-Funktions -

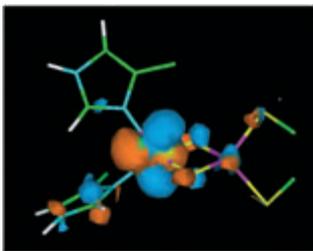
Als Vertreter eines interdisziplinär ausgerichteten Faches bekommen wir häufig die Frage gestellt: „In der Bioinformatik – was macht ihr da eigentlich?“ Als eine Antwort stellen wir hier unsere Fachrichtung im allgemeinen vor, und berichten im speziellen über die Forschungsaktivitäten der Bayreuther Arbeitsgruppe Strukturbiologie/Bioinformatik.

Abbildung 1: Verschiedene theoretische Methoden, die wir in unserer Forschung einsetzen. Hauptziel unserer Forschung ist es, den Mechanismus bioenergetischer Reaktionen zu verstehen.

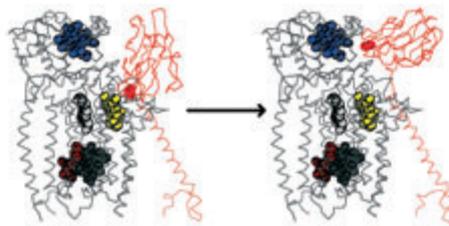
Bioinformatik subsummiert alle jene Computernanwendung, die eingesetzt werden, um Beziehungen zwischen der Struktur und der Funktion von biologisch relevanten Molekülen zu klären. Die Struktur von Biomolekülen hat dabei verschiedene Organisationsebenen: Es kann sich zum Beispiel um die

Sequenz von Basen in DNS handeln, oder auch um die komplizierte dreidimensionale Struktur eines großen Proteinkomplexes. Entsprechend gibt es auch in der Bioinformatik sehr vielfältige Arbeitsweisen. Die Vorhersage der Aminosäuresequenz und der ungefähren dreidimensionalen Struktur

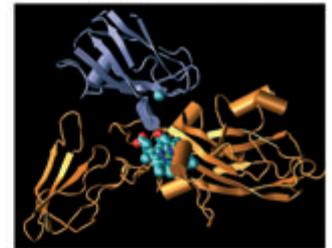
von Proteinen, die von einem Stück DNS kodiert werden, ist eine seit langem etablierte Anwendung. Aus der dreidimensionalen Struktur eines Proteins kann man durch Computersimulationen seines physikalisch-chemischen Verhaltens auf seinen Mechanismus schließen. Auch werden ganze Netzwerke von interagierenden Biomolekülen simuliert, um die komplizierten Regelkreise zu verstehen, die eine Ansammlung von Proteinen und



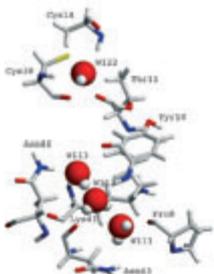
Quantenchemie



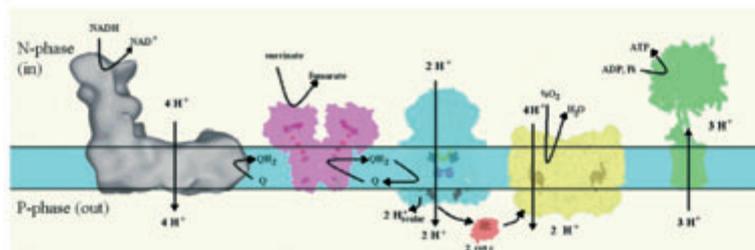
Brownsche Dynamik



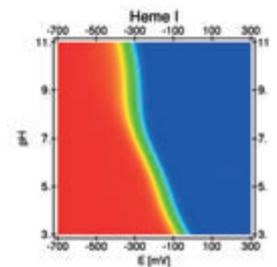
Protein-Docking



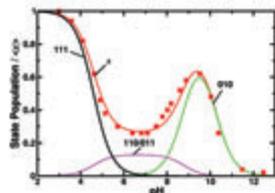
Molekulardynamik



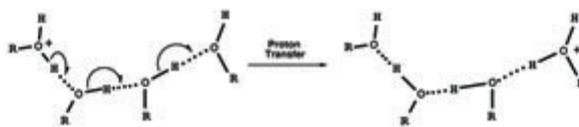
Verstehen von bioenergetischen Reaktionen



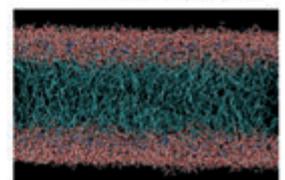
Elektrostatische Berechnungen



Protonenbindung



Protonen- und Elektronen-Transfer



Membransimulationen

# Biochemie

## Beziehungen von Biomolekülen zu verstehen

### Arbeitsgruppe Strukturbiologie/Bioinformatik

Nukleinsäuren erst lebensfähig machen. Schließlich sind Methoden der Informatik wichtig für die effiziente Analyse und Verwaltung biologischer Daten. Computer werden beispielsweise eingesetzt, um die großen Datenmengen auszuwerten, die bei Hochdurchsatzverfahren z. B. in Genomprojekten anfallen. Die Ergebnisse können in Datenbanken einfließen, die der Archivierung, Systematisierung und Bereitstellung wissenschaftlicher Information dienen.

In der Arbeitsgruppe Bioinformatik/Strukturbiologie der Universität Bayreuth arbeiten wir auf dem Gebiet der Simulation von Biomolekülen. Die Auswahl der simulierten Proteinsysteme ist dabei geleitet von unserem Interesse an Bioenergetik. Unter Bioenergetik versteht man die Prozesse, durch die in einer Zelle Energie aus Nahrung umgewandelt wird in kleine energiereiche Moleküle, die in zellulärer Arbeit (z. B. Muskelbewegung) konsumiert werden können. Ein Großteil dieser bioenergetischen Prozesse spielt sich in den so genannten Mitochondrien ab. In einer Membran, die diese Zellorganellen umgibt, sind Protein-komplexe eingebettet, die den Fluss von Elektronen und Protonen aneinander koppeln. Die Protonierungs- und Redoxreaktionen führen schließlich zum Verbrauch von Sauerstoff und zur Synthese von ATP, einem kleinen und energiereichen Molekül, das zelluläre Arbeit jeglicher Art antreibt.



Abbildung 2: Die Arbeitsgruppe Strukturbiologie/Bioinformatik: Von links nach rechts, unten: Astrid Klingen, Yiyang Zhao, Punnagai Munusamy, Tino Fischer; mitte: Dr. Elisa Bombarda, Edda Kloppmann, Siriporn Promsri, Eva Kramer; hinten: Prof. Matthias Ullmann, Dr. Torsten Becker, Mirco Till, Timm Essigke, Frank Dickert

Für unsere Simulationen verwenden und entwickeln wir Programme, die auf konzeptionellen Modellen aus der Physik und der theoretischen Chemie beruhen (s. Abbildung). Zur Modellierung von Protonierungs- und Redoxreaktionen benutzen wir quantenchemische Methoden. Änderungen in der dreidimensionalen Struktur eines Proteins sind oft wichtig für seine Funktion und können durch Molekulardynamiksimulationen und Simulationen Brownscher Molekularbewegung untersucht werden. Da für viele Elektronentransferreaktionen die korrekte Interaktion der Reaktionspartner unbedingte Voraussetzung ist, bestimmen wir die Struktur solcher aktiven Komplexe mittels Docking-Methoden. Die Kopplung von verschiedenen Ladungstrans-

ferreaktionen untersuchen wir mit kontinuumelektrostatischen Methoden, die die numerische Lösung partieller Differentialgleichungen erfordern. Für die Beschreibung von elektrostatischen Potentialen und Konzentrationsgradienten an der mitochondrialen Membran verwenden wir Konzepte aus der statistischen Thermodynamik. Graphentheoretische Algorithmen finden Anwendung in der Simulation von komplexen Netzwerken von Protonentransferpfaden. Durch das Zusammenspiel dieser teils sehr rechenintensiven Simulationen und Analysen versuchen wir den thermodynamischen und kinetischen Eigenschaften der relevanten Proteine näher zu kommen. ■

Für weitere Informationen:  
<http://www.bisb.uni-bayreuth.de>

# Geduldige Technologie für Mit Ubiquitous Computing zur optimalen



*Der Fortschritt der Informationstechnik fällt nicht vom Himmel, er hat eine Geschichte. Gegenwärtig entstehen Rechner, die Mark Weisers Vision von der unsichtbaren und allgegenwärtigen Technik Wirklichkeit werden lassen. Ist dies nun eine Spielerei der Ingenieure oder kündigt sich mit dem Ubiquitous Computing (UC) ein Wandel und damit eine dramatische Neuorientierung für den Entwurf, den Einsatz und die Wahrnehmung von Informationssystemen an? Nicht mehr die Zentralrechner der sechziger Jahre oder die PCs der Gegenwart, sondern die Informatisierung der Umwelt und alle ihrer Gegenstände durch eingebettete Dienste wird möglich. Am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik der Universität Bayreuth wird dieses Szenario im Projekt EMIKA mit dem Ziel einer selbstorganisierenden Gestaltung der Patientenlogistik auf seine praktische Machbarkeit untersucht.*

*der Fortschritt der Informationstechnik fällt nicht vom Himmel, er hat eine Geschichte. Gegenwärtig entstehen Rechner, die Mark Weisers Vision von der unsichtbaren und allgegenwärtigen Technik Wirklichkeit werden lassen. Ist dies nun eine Spielerei der Ingenieure oder kündigt sich mit dem Ubiquitous Computing (UC) ein Wandel und damit eine dramatische Neuorientierung für den Entwurf, den Einsatz und die Wahrnehmung von Informationssystemen an? Nicht mehr die Zentralrechner der sechziger Jahre oder die PCs der Gegenwart, sondern die Informatisierung der Umwelt und alle ihrer Gegenstände durch eingebettete Dienste wird möglich. Am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik der Universität Bayreuth wird dieses Szenario im Projekt EMIKA mit dem Ziel einer selbstorganisierenden Gestaltung der Patientenlogistik auf seine praktische Machbarkeit untersucht.*

## Das Experiment EMIKA

EMIKA ist eine Softwareanwendung, die verschiedene Technologien des Ubiquitous Computing einsetzt, um die Herausforderungen der Patientenlogistik zu bewältigen. Dabei befähigen die Technologien dazu, dass die einzelnen Systembestandteile ihre Umgebung wahrnehmen, die Situation erkennen und

darauf reagieren können. Diese Informationen benutzt das EMIKA-System, um eine dynamische Ressourcenplanung durchzuführen. Zur Ortung einzelner Personen und Geräte werden sowohl Kommunikations- als auch Identifikationstechnologien eingesetzt. Ziel ist es, die Kommunikationsfunktionalität bereits vorhandener Standardgeräte, wie Personal Digital Assistants oder Mobiltelefone, zu verwenden. Da die meisten Objekte, wie z. B. ein Krankenbett, diese Kommunikationsschnittstellen derzeit nicht bieten, kommt RFID-Technologie (Radio Frequency Identification) zur Identifikation dieser Gegenstände zum Einsatz.

Die RFID-Technologie besteht aus Transpondern (kleinen Etiketten, so genannten Tags) und Lesegeräten. Ein Lesegerät kann über eine begrenzte Distanz eine Kommunikation zu einem Transponder herstellen und dort Daten (meist eine Zeichenkette zur eindeutigen Identifikation) auslesen. Moderne Transponder besitzen weitergehende Funktionen zur Datenspeicherung und zur Datensicherheit. Gegenwärtig werden bei diesem Projekt Systeme nach dem ISO-Standard im 13,56 Mhz Bereich eingesetzt.

Um die Bewegung eines Gegenstandes zu verfolgen, wird dieser mit einem Transponder etikettiert. Ein an einem Durchgang angebrachtes Lesegerät registriert, wenn der Gegenstand mit eingebettetem Transponder diesen Durchgang passiert. Abb. 1 zeigt eine mögliche Anordnung von RFID-Lesegeräten, die zur Feststellung von Raumwechseln geeignet sind.

Um eine zuverlässige Ortung einer Person oder eines Objekts zu ermöglichen, werden alle verfügbaren Sensorereignisse (RFID-Leser) ausgewertet. Die logischen Verknüpfungen der Ereignisse ermöglichen eine präzisere Aussage über den Aufenthaltsort von Personen und Geräten. Diese Informationen werden darüber hinaus herangezogen, um Aussagen über die Verfügbarkeit von Räumen und anderen Ressourcen abzuleiten (Abb. 2).

## Selbstorganisation der Ressourcen

Durch die Auswertung der erhobenen Daten über Ort und Zustand lässt sich erkennen, ob eine Ressource im Moment oder in naher Zukunft verfügbar ist. Aufgrund dieser Messwerte kann entschieden werden, ob der aktuelle Terminplan eingehalten werden kann oder ob Umplanungen von Geräten und Personen notwendig sind, um eine bessere Ressourcenauslastung zu erreichen.

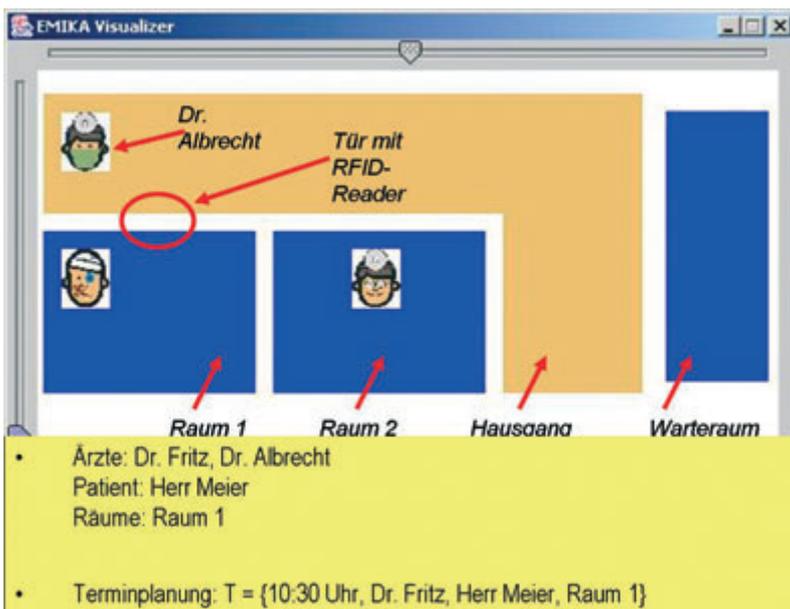
Das EMIKA-System gewährleistet die Kommunikation aller Geräte untereinander, indem jedes Gerät durch ein Softwaremodul im EMIKA-System repräsentiert wird, was in Abb. 3 veranschaulicht wird. Bei Geräten mit eigener Kommunikationsschnittstelle (z.B. PDA) kann der Datenaustausch auch direkt stattfinden.

Die Softwaremodule sind so konzipiert, dass der Terminplan der zugehörigen Ressource eingehalten wird und die Ressource möglichst optimal ausgelastet ist. Im Falle einer notwendigen Umplanung



# ungeduldige Patienten

## Gestaltung der Patientenlogistik



gemacht werden. Da die Personen im gesamten Krankenhausbereich mobil sein können, benutzt das EMIKA-System die bestehenden drahtlosen Netzwerke, um die Personen direkt und unverzüglich zu erreichen. Die notwendigen Informationen werden auf Endgeräten, wie z.B. Mobiltelefon oder PDA, dargestellt. Jede Person hat nach Erhalt des geänderten Terminplans die Möglichkeit, den Vorschlag über die Umplanung zu akzeptieren oder abzulehnen. Im letzteren Fall führen die betroffenen Softwaremodule eine neue Aushandlung des Terminplans unter Berücksichtigung dieser Entscheidung durch. ■

### Kontakt

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (BWL VII)

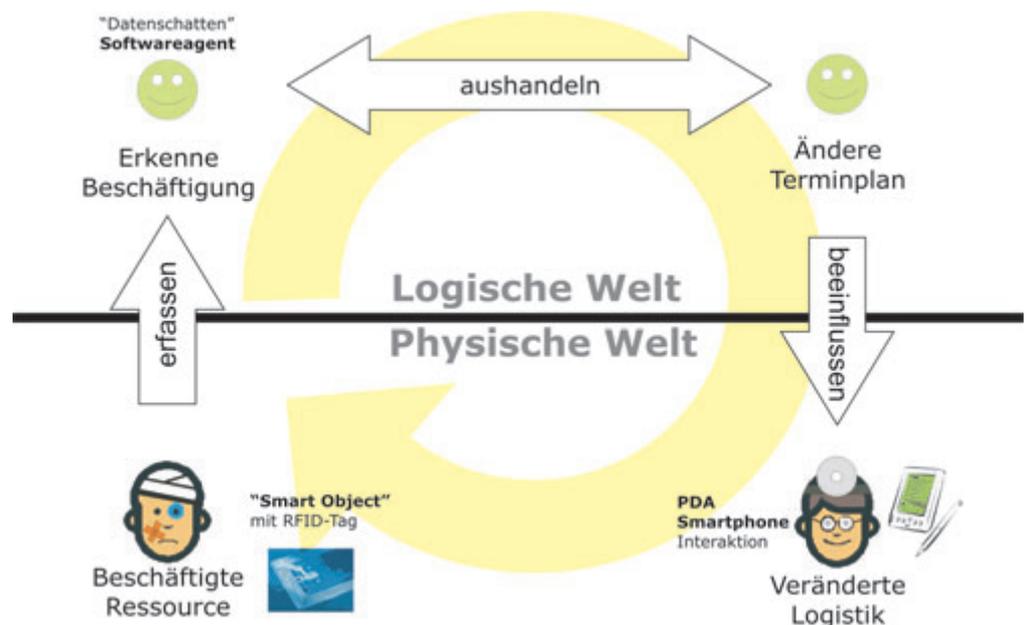
Prof. Dr. Torsten Eymann

Rechts- und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Uni Bayreuth

[www.wi.uni-bayreuth.de](http://www.wi.uni-bayreuth.de)

werden alle Module aktiv, die von diesem Ereignis betroffen sind. Die Module handeln untereinander einen neuen Terminplan aus, so dass die einzelnen Ressourcen ihre Aufgaben weiterhin erfüllen können. Durch die Umplanung bzw. Ausfallzeiten anderer Ressourcen werden evtl. Ressourcen verfügbar und können anderweitig eingesetzt werden. Hierbei informieren die Softwaremodule andere Module des EMIKA-Systems, dass diese Ressource wieder zur Verfügung steht. Ebenfalls berechnen die betroffenen Module Alternativen, wie das Gerät bzw. die Person eingesetzt werden kann. Das System organisiert sich dadurch selbst. Alle Ressourcen, die von der Umplanung nicht betroffen sind, werden nicht in den Aushandlungsprozess einbezogen. Nachdem die angepassten Terminpläne von den betroffenen Software-

modulen ausgehandelt wurden, müssen diese Informationen den betroffenen Personen zugänglich



# Bericht zu dem „2. Symposium der Arbeitsgruppe des Instituts für Medizinmanagement“

Die stetig zunehmende Nachfrage nach Gesundheitsleistungen auf der einen Seite und der sinkende Mittelzufluss für die solidarisch finanzierte Gesundheitsversorgung auf der anderen Seite stellen zentrale Herausforderungen für das deutsche Gesundheitswesen dar. Konsens in der aktuellen Diskussion ist die Forderung nach einer kostengünstigeren und effizienteren Gesundheitsversorgung bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung einer qualitätsgesicherten und patientenorientierten Versorgungsstruktur. Das Wissenschafts- und Anwendungsfeld, das sich mit den Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) befasst, die Realisierung dieser potenziell gegenläufigen Ziele zu unterstützen, hat sich unter dem Begriff e-Health etabliert. Begriffe, wie e-Gesundheitskarte oder e-Patientenakte sind aus der öffentlichen

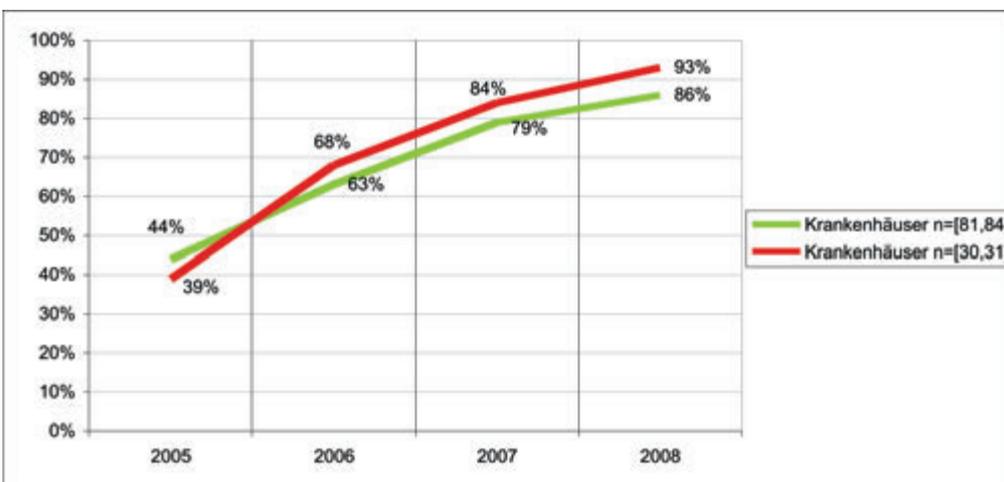
Diskussion nicht mehr weg zu denken. Analog zu den Ergebnissen einer eigenen Studie [Reiher et al. (2006)] wird die Bedeutung von e-Health nach einer allgemeinen Einschätzung von Krankenhäusern und Krankenkassen in den nächsten Jahren noch weiter zunehmen [Monitoring eHealth Deutschland 2005/2006; Abb.1].

E-Health wird in diesem Kontext ganz allgemein als ein dynamischer Begriff zur Verknüpfung von Internetdiensten und Gesundheit verstanden und zielt im speziellen auf die Unterstützung von Prozessabläufen in der Medizin (und assoziierten Branchen) sowie jedweden Belangen der Gesundheitskommunikation, um Informationsverluste, Transaktions- und Produktionskosten zu senken und die Qualität der Gesundheits- und Kommunikationsdienstleistungen zu steigern.

Es versteht sich dabei als interdisziplinäres Gebiet und umfasst bspw. Bereiche der Informatik, Public Health, Ökonomie sowie der Kommunikations- und Medienwissenschaften [Jähn (2004)]. Laut Einschätzung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist e-Health als Chance zu verstehen, die Gleichheit, Solidarität, Lebensqualität und Qualität der Gesundheitsversorgung zu begünstigen und durch die damit verbundene Stärkung der Gesundheitssysteme der Länder die Grundrechte des Menschen zu unterstützen [WHO (2005)].

Der flächendeckenden Implementierung technologisch und strukturell sinnvoller Lösungen stehen jedoch nicht nur in Deutschland Standardisierungs-, Finanzierungs- und nicht zuletzt Akzeptanzprobleme gegenüber. Unter dem Motto „Gesund dank Informatik“ veranstaltete das Institut für Medizinmanagement und Gesundheitswissenschaften (Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Nagel) im Rahmen des Informatikjahres 2006 das „2. Symposium der Arbeitsgruppe e-Health & Health Communication“, um die Spannweite zwischen Entwicklung und Anwendung in einem interdisziplinären Diskurs zu verdeutlichen. Nach den Begrüßungsworten von Prof. Dr. Dr. E. Nagel und Staatssekretär J. W. Heike leisteten zahlreiche namhafte Wissenschaftler und Stellvertreter aus Industrie und Politik in vier Themenblöcken mit ihrem Fachvorträgen wertvolle Bei-

Abb. 1: Die Bedeutung von e-Health nach Einschätzung der Krankenhäuser und der Krankenkassen: („sehr hoch“ und „hoch“ kumuliert)  
Quelle: (Wegweiser.de 2005) Monitoring eHealth Deutschland 2005/2006.



# Über den Tellerrand

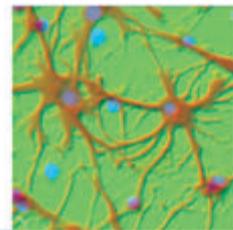
## Gruppe e-Health & Health Communication“ und Gesundheitswissenschaften

träge, um die oft aus Sicht der Medizininformatik oder der Gesundheitspolitik heraus geführten Diskussionen zu e-Health um eine fachübergreifendere Betrachtung zu bereichern:

In dem Themenblock „Wissenschaft und Ökonomie“ wurden unter der Moderation von Prof. Dr. Dr. E. Nagel Aspekte aus Sicht der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät referiert und um einen Beitrag aus Sicht des Bundesgesundheitsministeriums ergänzt: Prof. Dr. Dr. P. Oberender, Ordinarius des Lehrstuhls für Wirtschaftstheorie bzw. sein Mitarbeiter Dr. J. Zerth zeigten in ihrem Beitrag „e-Health aus Sicht der Wirtschaftstheorie“ die volkswirtschaftlichen Perspektive von e-Health sowie Kosten- und Nutzenpotenziale der IKT im Gesundheitswesen auf. Eine Essenz ihrer Ausführungen bestand in der Zuordnung der Infrastruktur von e-Health als ein hervorragendes Werkzeug zur innovativen Behebung von vielerlei Anreizproblemen – eine Patentlösung für die Grundprobleme unseres Gesundheitswesens sei damit jedoch nicht gegeben. Der sich anschließende Vortrag „e-Health aus Sicht der Wirtschaftsinformatik“ von Prof. Dr. T. Eymann betonte die Brückenfunktion seiner Fachdisziplin hervor und verdeutlichte als Kernaufgabe das „UND“ im Spannungsfeld zwischen Entwicklung und Anwendung. Die Konstruktion von Identifizierung, Intelligenz und Integration von

Daten auch im Gesundheitswesen sei eine der Aufgaben von Wirtschaftsinformatik. Analog propagierte Prof. Dr. J. Schlüchtermann in seinem Vortrag „e-Health aus Sicht der Betriebswirtschaftslehre“, bestimmte Geschäftsfelder von e-Health zu analysieren, um beispielsweise durch Outsourcing einen Mehrwert in der Wertschöpfungskette bilden und betriebswirtschaftliche Vorteile generieren zu können. Dr. G. T. W. Dietzel beendete den Themenblock, indem er unter dem Motto „e-Health im europäischen Kontext“ berichtete aus seiner Zeit als e-Health-Koordinator für das BMGS und die Europäische Union berichtete. Seine ob der rasanten Entwicklungen im Bereich e-Health schon fast als historisch zu bezeichnende Zusammenfassung der letzten 10 Jahre anhand ausgewählter Beispiele veranschaulichte auf eindrucksvolle Weise sowohl die Weitsicht der EU als auch die praktischen Hürden bei der Realisierung der entsprechenden politischen Zielsetzungen.

Der von Dr. G. Knorr des Bayerischen Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie und Frauen moderierte Themenblock „Wirtschaft und Qualitätssicherung“ behandelte die betriebswirtschaftlichen Aspekte, wobei diese als Hürde und Chance – wenn nicht gar Notwendigkeit – gleichermaßen diskutiert wurden: Herr E. Münch, Aufsichtsratsvorsitzender der Rhön Klinikum AG, verdeutlichte in



**e-Health**  
im Spannungsfeld zwischen  
Entwicklung und Anwendung

einem stark zukunftsorientierten Beitrag „e-Health zwischen Sozial- und Konsumwirtschaft“, dass die e-Patientenakte als eine Schlüsselanwendung hin zu digitalen Kollektiv-Daten – zu dem sog. „virtuellen Patienten“ führt, der als Medium neben dem realen Patienten steht und zum Taktgeber für ein System wird, dass sowohl sozial- als auch marktwirtschaftlich tragfähig sein wird. Schon vorab besäßen überregionale Netzwerkprozesse ein medizinethisch vertretbares Rationalisierungspotenzial von ca. 40%. Seine These, so provokant wie beeindruckend, lautete, dass die Informations- und Kommunikationstechnologien den Gesundheitsmarkt bereits binnen 5 Jahren in einem Ausmaß umwälzen würden, wie es der Zuhörerschaft heute noch kaum vorstellbar wäre. Dr. C. Herzog, Geschäftsführer der SyynX Solutions GmbH skizzierte in seinem Vortrag „e-Health und Wissensmanagement“ nicht nur anhand

## Über den Tellerrand

der eigenen Entwicklungen in einrücksvoller Weise die erheblichen Potenziale wie auch die bereits heute sowohl in der alltäglichen Praxis für den Professional als auch für den Laien nutzbaren Funktionen der intelligenten Datenverarbeitung. Prof. Dr. H.-U. Prokosch, CIO des Universitätsklinikums Erlangen und Inhaber des Lehrstuhls für Medizin-informatik, übertrug anhand des praktischen Beispiels „e-Health und Prozessoptimierung im stationären Sektor“ den Untertitel der Veranstaltung konsequent auf die aktuelle Situation in den Versorgungssektoren, indem er nicht nur Ansätze und Perspektiven darstellte, sondern auch auf sehr anschauliche Weise die derzeitigen Implementierungshürden darlegte. Die Komplexität der Datenflüsse und -verarbeitung wurde auch in dem Vortrag „e-Health aus Sicht der Industrie“ von Prof. Dr. M. Brucksch, Geschäftsführer des Institute of Healthcare Industries und Partner der BTP GmbH deutlich, der konkrete Beispiele für innovative Geschäftsfelder bei der Verwertung pseudonymisierter Daten aufzeigte.

Der dritte Themenblock „Individualität und Innovation“ befasste sich unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. P. Oberender mit den aktuellen Entwicklungen der e-Gesundheitskarte und assoziierten Anreizsystemen. PD Dr. Stausberg vom Institut für Informatik, Biometrie und Epidemiologie, Universitätsklinikum Essen eröffnete die Diskussion mit seinem Beitrag „Selbstbestimmung und Verantwortung durch die e-Gesundheitskarte“ in dem er bspw. entgegen der gängigen Diskussion die besondere Bedeutung des Notfalldatensatzes gegenüber der Patientenermächtigung in den Vordergrund schob. Dr. P. Heil von der Project Business Siemens AG zeigte anschließend mit dem Vortrag „Finanzierung und Anreizsysteme für die e-Gesundheitskarte“ anhand von Kosten- und Nutzenträgern der

e-Gesundheitskarte auf, welche Institutionen und Akteure des Gesundheitswesens ein Interesse an der Finanzierung einer Telematikinfrastruktur haben könnten und welche Finanzierungsmodelle im Rahmen von Public Private Partnership Projekten und somit der Beteiligung der Industrie durch Risiko- und Gewinnbeteiligungskonzepte möglich sein könnten. Daß eine Implementierung von Mehrwertapplikationen nicht nur der e-Gesundheitskarte, der e-Patientenakte oder der virtuellen Patientenakte bedarf, sondern einer e-Gesundheitsakte, wurde in dem Vortrag „Individualität und Selbstbestimmung durch die e-Gesundheitsakten“ von Dr. A. Sternitzke, Business Development, InterComponent-Ware AG eingängig verdeutlicht. Die damit verbundene Betonung der Patientenrolle wurde von Prof. Dr. R. Viehoff vom Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaften der Universität Halle-Wittenberg diskutiert. Seine Ausführungen zu den möglichen Auswirkungen von e-Health auf die Arzt-Patienten Kommunikation unter dem Titel „e-Health aus Sicht der Medien- und „Kommunikationswissenschaften“ beinhalteten u. a. die These, dass zukünftig nur der optimal informierte Patient auch gut behandelt würde. Bestätigung aus der praktischen Anwendung lieferten daraufhin Prof. Dr. S. Herpertz und Dr. E. Habermeyer der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Zentrum Nervenheilkunde der Universität Rostock in ihrem Beitrag „e-Health in der psychiatrischen Versorgung“, der die positive Resonanz auf eine virtuellen Begleitung von Patienten mit Persönlichkeitsstörungen anhand eines Kooperationsprojektes mit der Universität Bayreuth empirisch belegen konnte.

Der letzte von Prof. Dr. T. Eymann

moderierte Themenblock „Chancen und Perspektiven“ sollte einen Ausblick vermitteln, wohin und aufgrund welcher Innovationstreiber sich in den nächsten Jahren bewegen könnte. Dr. Jähn, Leiter der Arbeitsgruppe e-Health und Health Communication, begann in seinem Vortrag „Dimensionen von e-Health“ mit der These, dass die wahren Nutzenspotenziale von e-Health nur bei jenen e-Health-Lösungen zum Tragen kommen werden, in denen denen alle assoziierten Disziplinen und Branchen zusammenwirken. Angesichts der erheblichen Chancen und auch Risiken der bevor-



stehenden Entwicklungen forderte er aber auch die Etablierung einer e-Health-Ethik. Zeitgleich sei die e-Health-Kompetenz des Bürgers zu fördern, bevor eine Zusammenführung von e-Gesundheitskarte und e-Pass auf EU-Ebene die Verbindung zwischen persönlichen Daten zu der Gesundheitsversorgung, dem Konsumverhalten oder der Gendiagnostik begünstigen könnten. Auch Dr. P. Langkafel von der SAP AG betonte die Interdisziplinarität, indem er in seinem Vortrag „E-Health by SAP:

Abb.2: Motto des Wissenschaftsjahres 2006.

Integrated Care, Integrated Business, Integrated IT!“ die zunehmende Verantwortung von technologischen Entwicklern als Unternehmensberatungen für Fragestellungen zu „people integration“, „information integration“, „process integration“ oder „application platform“ hervorhob. Die Perspektiven von e-Health zu erzielen und dabei den Patienten in den Mittelpunkt zu stellen, erfordern gemäß der Ausführungen von A. Dahm-Griess vom Competence Center Health, T-System unter dem Titel „Ver-

Sachverhalte, die er anhand des Beispiels der „Health Individuation Plattform“ skizzierte. Ein Perspektivwechsel zu dem selben Thema ergab sich aus dem Vortrag „e-Health als Finanzierungsgegenstand“ von Prof. Dr. D. Henke, Inhaber des Lehrstuhls für Finanzwirtschaft und Gesundheitsökonomie der TU Berlin. Dieser eruierte nach einer Unterscheidung in die Bereiche Finanzierung und Vergütung die Möglichkeiten und Grenzen für die Finanzierung von e-Health. Die sich ergebenden Probleme lägen dabei in der Abgrenzung von e-Health als eigenständiger Bereich sowie in der Berücksichtigung staatlicher Engpässe in einer angespannten Haushalts-situation. Somit ergäbe sich die Frage inwieweit e-Health in der Zukunft solidarisch kollektiv oder individuell zu finanzieren sei und wer die Träger für Anwendungen von e-Health sein könnten. Der Abschlussvortrag mit dem Titel „Gesundheitstechnologien als Exportfaktor“ vertrat Prof. Spur von der TU Berlin den Standpunkt, dass e-Health eine Innovation sei, dessen unternehmerischen Investitionsrisiken staatlich mit getragen werden sollten. Es vollziehe sich eine technologische Humanisierung, welche eine Motivation für technologische Entwicklungen sein werde. Spur stellt sich vor, dass das Saatgut e-Health als Innovation weiterentwickelt und genutzt werde und schließlich „ganze Exporteinheiten einschließlich auch der personellen Versorger und somit eine komplette medizinische Gesundheitstechnolo-

gie unter der Mitwirkung von deutschen Fachleuten jeder Ebene vom Mediziner, vom Medizin-Ingenieur bis zur Krankenschwester oder Elektroniker zum Software-Versorger und natürlich auch zum Medizinpsychologen exportiert werden. Aber auch warnende Worte fielen, wenn der Begriff Virtualität, die virtuelle Medizin oder der virtuelle Patient auftauchen. Man müsse sehr aufmerksam sein, denn dies bedeutet im Grunde, dass vom Patienten ein Model erstellt werden müsse, ein digitales Model.

Die regen Diskussionen, in denen die Fragen zu der e-Gesundheitskarte ob ihrer Aktualität oft als Aufhänger für die vielschichtigen Argumentationen diente, zeigten, dass ein interdisziplinärer Diskurs nicht nur möglich sondern auch notwendig ist. Letztlich wurde deutlich, dass e-Health große Chancen sowohl für das Gesundheitswesen, als auch für den Wirtschaftsstandort Deutschland bietet, wenn gegebene Strukturen berücksichtigt und neue Denkansätze implementiert werden. E-Health ist dabei weit mehr als die e-Gesundheitskarte. Es geht dabei nicht nur um Informations- und Kommunikationsplattformen für alle Akteure im Gesundheitswesen – begleitet von telemedizinischen Insel-lösungen, wie Tele-Konsulting oder Virtuelle Therapie. Es geht auch um die Unterstützung von (noch) gesunden Bürgern unter Einbeziehung gesundheitsassoziierten Dienstleisters und der Zusammenwirkung bislang nicht kooperierender Branchen in dem Zukunftsmarkt in einer mobilen Informationsgesellschaft [Nagel und Jähn (2005)]. ■

**Gesund**  
**dank**  
**matik**  
ität Bayreuth - Partner im  
6 • [www.informatikjahr.de](http://www.informatikjahr.de)

netzen, Verbinden, Vereinfachen – High-End Innovationen im Gesundheitswesen“ eine kritische Betrachtung der tatsächlichen aktuellen ökonomischen und strategischen

K. Jähn: Mitarbeit in: *Psyhyrembel Klinisches Wörterbuch*, 261. Auflage, Walter de Gruyter Verlag Berlin New York 2006  
E. Nagel, K. Jähn: *Chancen für den Gesundheitsmarkt durch e-Health. Tagungsband acatech Symposium: Wachstum durch innovative Gesundheitstechnologien*, Berlin 2005  
M. Reiher, T. Stuhl, A. Stark, K. Jähn: *Telemedizinprojekte in Bayern: Von Insellösungen bis zu Blended Healthcare*, in: A. Jäckel (Hrsg.) *Telemedizinführer 2006*, 7. Ausgabe, Minerva KG, Wiesbaden 2006  
Wegweiser.de (2005). *eHealth Deutschland 2005/2006*. Berlin, Wegweiser GmbH Berlin 2005.  
World Health Organization. *eHealth – Report by the Secretariat. Fifty-Eighth World Health Assembly A58/21. Provisional agenda item 13.17. April 17th 2005*

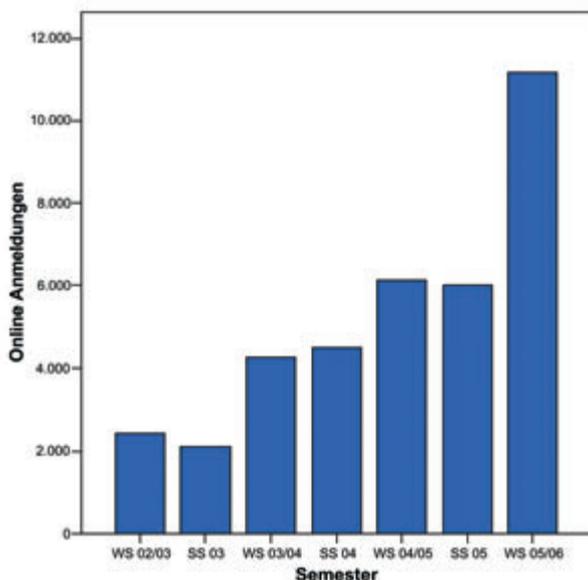
# Prüfungsverwaltung



Online-Dienste  
der FlexNow  
Website  
<https://flexnow.uni-bayreuth.de>

## Motivation

Die deutschen Universitäten befinden sich im Rahmen des Bologna-Prozesses in einem Umbruchprozess. Die Transformation der bisherigen Studiengänge zu Bachelor- und Masterstudiengängen, die damit einhergehende Neustrukturierung der Studien- und Prüfungsordnungen und die Einführung zahlreicher neuer Studiengänge stellt auch die



Universität Bayreuth vor große Herausforderungen.

So erhöht sich durch die Einführung der studienbegleitenden Prüfungen und des Leistungspunktesystems ECTS der organisatorische Aufwand an Lehrstühlen und Prüfungsämtern deutlich. Um dennoch die Bedürfnisse von Lehrenden und Studierenden auch in Zukunft weiterhin in hoher Qualität zeitnah zu erfüllen, setzt die Universität Bayreuth auf die Unterstützung durch moderne Verfahren der elektronischen Datenverarbeitung. Bereits Anfang 2000 wurde daher in der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät die „elektronische Studentenakte“ FlexNow eingeführt. Aufgrund der dort gewonnenen positiven Erfahrungen wird der Einsatz von FlexNow auf die gesamte Universität Bayreuth ausgeweitet.

## FlexNow aus Studentensicht

Auf der Website von FlexNow melden sich die Studenten online zu Prüfungen an und können dort die Ergebnisse aller ihrer Prüfungsleistungen einsehen. Das Sammeln von Scheinen wird dadurch obsolet, da der Prüfungskanzlei die Ergebnisse in FlexNow direkt vorliegen. Der Zugang zum System erfolgt analog zum Online-Banking mittels eines PIN/TAN Verfahrens und ist damit sehr sicher. Die Zugangsdaten werden bei der Immatrikulation durch die Studentenkazlei aus-

gegeben und gelten auch für die PC-Pools, E-Mail und das E-Learning System.

## FlexNow aus Sicht der Lehrenden

Die Studenten melden sich nicht mehr am Lehrstuhl, sondern online zu Prüfungen, Seminaren, Kursen o. ä. an. Dabei überprüft das System automatisch die notwendigen Vorleistungen, wie z. B. ein bestimmtes Seminar, eine Klausur oder das Vordiplom.

Prüfungen, bei denen Studenten verschiedener Studiengänge beteiligt sind, werden zentral auf einer Liste zusammengeführt. Bereits während des Anmeldezeitraums kann der aktuelle Stand der Anmeldungen eingesehen werden (etwa für die Raumplanung). Die Anmelde Listen können gedruckt oder z. B. nach Excel exportiert werden und stehen damit dem Lehrstuhl zur individuellen Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Nach der Korrektur der Prüfung werden die Ergebnisse einzeln oder per Import in die Teilnehmerliste eingegeben, mit FlexNow der Ergebnissaushang gedruckt und die Prüfung verbucht. Lesender Zugriff der Dozenten auf deren zurückliegende Teilnehmerlisten ist jederzeit möglich.

Zusätzlich kann nach Name und Matrikelnummer individueller Studenten gesucht und Einsicht in deren am Lehrstuhl erzielte Leistungen genommen werden.

*Zeitlicher Verlauf der Zahl der Online-Anmeldungen zu Prüfungen, Seminaren, Kursen o. ä. vom Wintersemester 2002/03 bis zum Wintersemester 2005/06.*

# mit FlexNow

[ <https://flexnow.uni-bayreuth.de> ]

## Stand

Aktuell im Mai 2006 werden 16 Studiengänge mit insgesamt über 4200 Studenten in FlexNow verwaltet:

- Fakultät I: Bachelorstudiengang Angewandte Informatik und Akademische Zwischenprüfung im Studiengang Lehramt an Gymnasien im Fach Informatik .
- Fakultät II: Bachelorstudiengänge Biochemie, Biologie, Chemie, Geoökologie und Polymer- und Kolloidchemie.
- Fakultät III: Zwischenprüfung und Juristische Universitätsprüfung Rechtswissenschaft und Diplomstudiengänge Betriebswirtschaftslehre, Gesundheitsökonomie und Volkswirtschaftslehre.
- Fakultät V: Bachelorstudiengang Philosophy and Economics und Grundstudium im Diplomstudiengang Sportökonomie.
- FAN: Bachelorstudiengang Engineering Science und Diplomstudiengänge Materialwissenschaft und Umwelt- und Bioingenieurwissenschaft.

Seit der Einbindung des Sprachenzentrums (Englisch, Italienisch, Französisch, Russisch, Spanisch) zu Beginn des Wintersemesters 2005/2006 in FlexNow haben alle Studierenden der Universität Bayreuth Zugang zu FlexNow.

Wie aus der Darstellung des neben stehenden Balkendiagramm ersichtlich wird, konnte die Zahl der Online-Anmeldungen kontinuierlich gesteigert werden. Im vergangenen

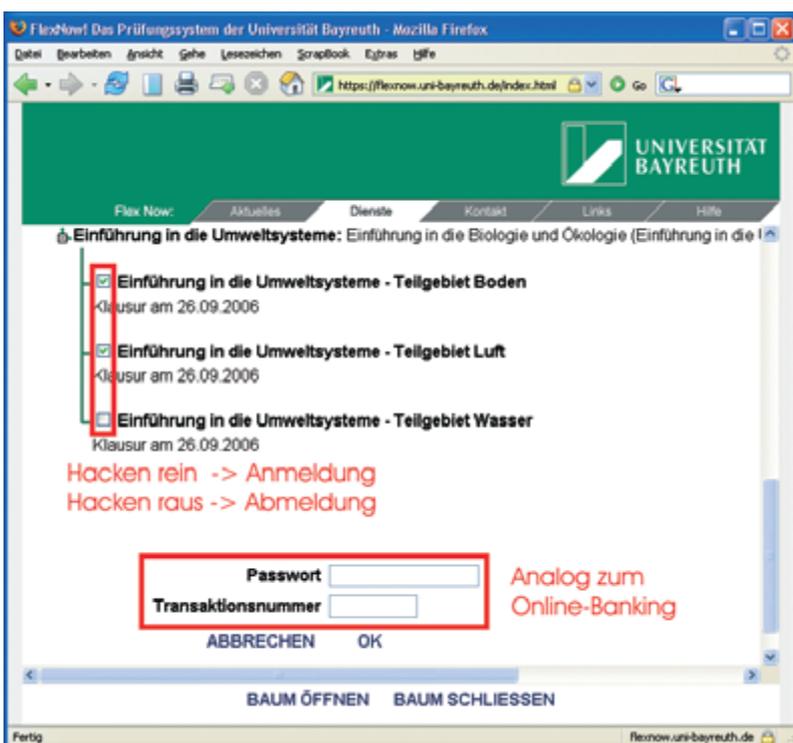
Wintersemester wurden von den Studenten mehr als 11000 Anmeldungen zu Prüfungen, Seminaren, Kursen o. ä. online durchgeführt. Dabei fielen etwa 3000 davon allein auf die Kurse des Sprachenzentrums.

## Ausblick

Alle neu hinzukommenden Studiengänge sollen direkt bei der Einführung der Prüfungsordnungen mit FlexNow unterstützt werden. Dazu müssen die Regeln der Prüfungsordnungen im System abgebildet werden. Es müssen z. B. Wiederholungsmodalitäten, die Regeln der Zeugnisberechnung, alle enthaltenen Prüfungen mit Bezeichnungen, Leistungspunkte und die Prüfer eingetragen werden.

Im Januar 2005 wurde daher von der Kommission für Lehre und Studierende die „Mustersatzung einer Prüfungsordnung für Bachelorstudiengänge an der Universität Bayreuth“ beraten und verabschiedet. Damit soll den neuen Studiengängen eine einheitliche organisatorische Struktur gegeben werden. Von diesen Vorgaben bleibt selbstverständlich die Entscheidungskompetenz der Fakultäten und Professoren in Hinsicht auf die Lehre unberührt. Die Lehrenden sollen vielmehr durch einen organisatorischen Rahmen von Details der Prüfungsverwaltung entlastet werden. ■

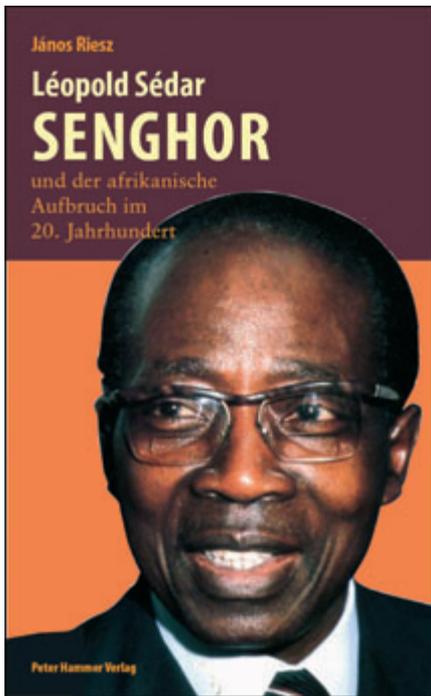
*Zur Prüfungsanmeldung setzt der Student bei der gewünschten Prüfung einen Hacken und bestätigt dies mit PIN und TAN wie beim Online-Banking. Zur Abmeldung von einer Prüfung wird der Hacken wieder entfernt.*



## Kontakt

Universitätsverwaltung, Dezernat Z/DV  
Dipl. Phys. Thomas Schoberth  
Tel. 0921 / 55 52 89  
Flexnow@uvw.uni-bayreuth.de  
<https://flexnow.uni-bayreuth.de>

# János Riesz: Léopold Sédar Senghor und der afrika



Niemand würde von dem Bayreuther Afroromanisten und Komparatisten János Riesz eine konventionelle Autorenbiographie des senegalesischen „Dichterstürzen“ im Stile von „Leben und Werk des Léopold Sédar Senghor“ erwarten. Und schon gar nicht eine home story, die sich an privaten Belanglosigkeiten ergötzen könnte. Das Privatleben Senghors spielt in diesem Buch eigentlich gar keine Rolle. Vielmehr zeichnet János Riesz das Panorama einer Epoche afrikanischer Geschichte, einer Epoche europäisch-afrikanischer Beziehungen mit einem der führenden Vertreter dieser Epoche im Mittelpunkt. Entworfen wird das Bild einer Epoche voller Widersprüche und Kontroversen, von sich bekriegenden Ideologien und den grossen Kriegen zwischen den Nationen, von Konflikten der Kulturen und Rassen. Der Protagonist Senghor ist Teil dieser Geschichte, den Zeitströmungen ausgesetzt, den Denkmustern der Zeit verpflichtet, den politischen und kulturellen Diskursen ausgesetzt. Er wird geprägt von seinem politischen und kulturellen Umfeld und in seinem Ver-

halten und Denken determiniert (in Grenzen). Er ist also durchaus Kind seiner Zeit und des Zeitgeistes. Wir sehen Senghor aber auch als „Reaktionär“, als Akteur, der die Herausforderung seiner Zeit annimmt und aktiv den Diskurs mitbestimmt, der die Strömungen des Zeitgeistes lenkt. Senghor ist teils Getriebener, aber vor allem sanfter Antreiber. Wir sehen diese Doppeldeutigkeit und Widersprüchlichkeit als wesentliches Organisationsschema in dem Buch von János Riesz.

Der Autor zeigt die Doppelbödigkeit und Doppeldeutigkeit von Senghors Persönlichkeit auf, nicht nur die schon stereotype Komplementarität und Disparität zwischen Präsident und Poet, zwischen Politiker und Essayist. Vielmehr legt Riesz Wert darauf, den aus seiner Präsidentenzeit als mondän und weltmännisch erscheinenden Universalisten aus seiner bäuerlichen, dörflichen Herkunft zu verstehen. Senghor hat in seiner Lyrik und seinen Essays dieses „Königreich der Kindheit“ immer wieder beschworen; die Kindheit in der ländlichen Region Siné, die Initiation in Tradition und Religion der Sereer durch seinen Onkel, die abendlichen Geschichts- und Geschichtenstunden der Kinder, die mit den Erzählungen der Mutter, der Tanten, der Grossmütter in die Tradition der Oratur eingeführt werden. Diese soziale Verankerung im bäuerlichen Milieu nutzt Senghor, um sich politisch neu zu positionieren gegenüber den Repräsentanten der Stadtbevölkerung aus Dakar und St. Louis. Senghor nutzt diesen Rapport zur kulturellen Basis, um seine Thesen zur Kultur und Erziehung zu präzisieren. Seine kulturellen Fundamente liegen im Dorf und sind gebunden an die Artikulation in der Muttersprache. Das ist der eine Pfeiler seiner Philosophie der Négritude. Den Gegenpol zur dörflichen Basis bildet in der Politik das Engagement in der Nationalversammlung, die Arbeit für das „empire français“, das sich gerade zur etwas versöhnlicher formulierten „commu-

nauté“ um benannt hat, und der Panfrikanismus unter Einschluss der transatlantischen Diaspora. Die dörfliche Basis wird letztlich auch in seiner schwarzen Ästhetik reflektiert mit ihrer Betonung von Rhythmus und Tanz.

Schliesslich stellt János Riesz zwei unterschiedliche Geschichtsbilder und unterschiedliche Methoden der Geschichtsdarstellung einander gegenüber. Auf der einen Seite der historische Längsschnitt, die „longue durée“, auf der anderen Seite das geschichtsträchtige Einzelereignis, die punktuelle Realisation und Konkretisierung dessen, was sich über Jahrhunderte der Mentalitätsgeschichte entwickelt hat. Im vorliegenden Fall des Senegal und Senghors als dessen Repräsentant, heisst das, dass die zwispältige Binnengeschichte des Senegal im Verhältnis zur Kolonialmacht Frankreich nach gezeichnet wird: Es geht um die privilegierte Stellung, die den vier urbanen Zentren St. Louis, Dakar, Rufisque und Gorée eingeräumt wurde (einschliesslich Wahlrecht), während die Masse der ländlichen Bevölkerung der „habitants“ oder „sujets“, zu denen auch Senghor und seine Familie gehörte, in einem Zustand weitgehender Rechtlosigkeit marginalisiert wurde. Diese Entwicklung beginnt mit der Besetzung der Sklaveninsel Gorée und des Handelszentrums St. Louis im 17. Jahrhundert. Um die Radikalität von Senghors Bruch mit dem bisher üblichen Gang senegalesischer Kolonialgeschichte als kommodos Arrangement einer kleinen Gruppe von „évolués“ und „gens de couleurs“ mit der Kolonialadministration zu verdeutlichen, zeigt Riesz die Wirkungsmächtigkeit dieses Systems von seinen Anfängen an. Auch Senghors Biographie verläuft zunächst in diesem ruhigen Strom vom Reich der Kindheit über die Gymnasialzeit im College Libermann in Dakar und die Studienzeit an der Sorbonne. Dagegen werden die historischen Momente gesetzt, die Peripetien, zu denen sich Neues manifestiert.

# anische Aufbruch im 20. Jahrhundert

János Riesz Darstellung lässt vier epochale Ereignisse erkennen, die wie Vulkaninseln aus den gegenläufigen Strömungen der historischen Entwicklung aufragen. Das erste Ereignis dieser Kategorie ist die Rede „Le problème culturel en A.O.F.“ (Afrique occidentale Française) vor 1000 Zuhörern in der Handelskammer von Dakar am 10. September 1937. Erstmals fasst Senghor das zu einem programmatischen Gesamtkonzept zusammen, was davor als „gefühlte Négritude“ in einem Essay hier oder einem Gedicht da schon artikuliert worden war. „Le problème culturel“ ist eine Absage an die herkömmliche Assimilationspolitik der Franzosen und der westafrikanischen évolués. Senghor profiliert sich mit dieser Rede als Vordenker einer schwarzen Philosophie und als Fürsprecher einer neuen politischen Konzeption, die das bäuerliche Afrika favorisiert. Damit tritt er erstmals ins Blickfeld der westafrikanischen Öffentlichkeit und bezieht Position ausserhalb des etablierten politischen Lagers.

János Riesz sieht in der Dekade von 1946 bis 1956 die produktivste Periode in Senghors Leben und er markiert die Eckpunkte dieser Periode jeweils mit historischen Wendemarken. Den Auftakt zu dieser Dekade, die den gesamten Diskurs zur Entkolonialisierung in Afrika – nicht nur im Senegal – bestimmt hat, setzt Riesz ein Doppelereignis. Auf der politischen Ebene eröffnet der Bruch mit der SFIO von Guy Mollet und seinem senegalesischen Statthalter Lamine Gueye eine neue Ära. Senghors neue Partei Bloc Démocratique Sénégalais bietet nun endlich der bäuerlichen Merheitsbevölkerung eine politische Plattform. Mit der Parteigründung des BDS sind die Karten auf dem Weg zur Unabhängigkeit neu gemischt.

Komplementär dazu steht die Veröffentlichung der Anthologie de la nouvelle poésie nègre et malgache mit dem berühmten Vorwort Orphé Noire von Jean Paul

Sartre. Mehr als mit jeder seiner Einzelveröffentlichungen hat sich Senghor mit dieser Anthologie in das Bewusstsein der literarischen Weltöffentlichkeit eingeschrieben. Die Anthologie repräsentiert ein neues ästhetisches und politisches Programm – Sartre spricht von antirassistischen Rassismus –, das umfassender ist als alle bisherigen Anthologien und Manifeste. Die afro-amerikanischen Anthologien von Langston Hughes und Arna Bontemps waren von Senghor hoch geschätzte Vorbilder. Die Essays von Du Bois, Langston Hughes oder Mercer Cook standen Pate bei der Programmatik. „... das Meiste der...gedanklich und ideologisch voll entfaltenen Négritude Léopold Sédar Senghors [ist]...bei W.E.B. DuBois, Marcus Garvey, den Dichtern und Theoretikern der Harlem Renaissance schon vorhanden.“ (136).

Riesz zeigt auch die strategischen Manöver Senghors auf, der zusammen mit Alioune Diop für die internationale Öffentlichkeit der Künstler und Intellektuellen die bahnbrechende Zeitschrift *Présence Africaine* und für seine westafrikanische Anhängerschaft die *Condition Humaine* begründet. Damit deckt er international und lokal den Kommunikationsbedarf im kulturellen und politischen Bereich ab. „Er war nicht nur seinen Prinzipien treu geblieben, er hatte es auch verstanden, die philosophischen und weltanschaulichen Fundamente seiner ‘Négritude’-Theorie den Gegebenheiten im Lande anzupassen und in eine pragmatische Politik des Möglichen ... zu übersetzen ... Die Stimme des Dichters der Négritude ist zur Stimme der „wirklichen“ Afrikaner geworden.“ (275)

Am Schluss dieser historischen Dekade steht der Weltkongress der schwarzen Künstler und Schriftsteller im September 1956 an der Sorbonne in Paris. Nach aussen erscheint dieser Kongress wie die engültige Einlösung der Ansprüche der Négritude auf eine weltumspannende afri-

kanische Kultur mit Senghor im Zentrum und im Zenith seiner Leistungskraft. Der Kongress lässt aber neue Stimmen mit kontroversen Perspektiven ertönen. Der (marxisitsche) Afro-Amerikaner Richard Wright zieht als Repräsentant der ver-sklavten transatlantischen Diaspora die große Harmonie und Solidarität mit dem afrikanischen Mutterland in Zweifel, Franz Fanon formuliert seine Thesen der kolonialen Psychopathologie und Cheik Anta Diops Vortrag „Nations Nègres et Culture“ zeichnet ein neues Geschichtsbild, dessen erster Vorläufer in Edmund Wilmot Blydens *Christianity, Islam and the African World* zu finden ist. Senghors eigener Vortrag – so Riesz – lese sich heute wie ein ideologisches Rückzugsgefecht.

Auch wenn János Riesz historische Schlüsselereignisse in seiner Darstellung hervorhebt, so bietet er keine schlichte Ereignisgeschichte. Die übergreifende Kategorie dieser Darstellung ist die historische Entwicklung von sozialen, politischen, vor allem kulturellen Denk- und Diskursformen. Die Biographie und das historische Ereignis sind punktuelle Phänomene der Konzentration, der Kondensation, der Manifestation dieser Prozesse.

Besonderes Gewicht räumt János Riesz auch Senghors Verhältnis zu den anderen Repräsentanten einer schwarzen Ästhetik und Philosophie ein. Die Affinität der Négritude zur Harlem Renaissance in den USA der 1920er Jahre ist durchaus bekannt. Das Ausmass und die Qualität dieser Affinität hat wohl erst János Riesz in vollem Umfang dar gelegt, von der persönlichen Freundschaft mit Langston Hughes, dem Respekt vor dem Lebenswerk von DuBois, bis zur Bewunderung für Claude MacKays Prosa und Lyrik ist bisher nie so konkret gefasst worden. ■

*Peter Hammer-Verlag  
Wuppertal 2006  
350 Seiten, gebunden  
€ 24,90  
ISBN 3-7795-0047-7*

# Finance: Finanzwirtschaft und Lehrstuhl BWL I mit

Neu an der Universität Bayreuth ist Prof. Dr. Klaus Schäfer. Seit dem Wintersemester 2005-06 lehrt und forscht er an der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre I – Finanzwirtschaft und Bankbetriebslehre, in der Nachfolge von Prof. Dr. Hermann-Josef Tebroke. Sein zentrales Anliegen ist es, am Lehrstuhl gemeinsam mit Studierenden und Kooperationspartnern aktuelles und neues Wissen über Finanzwirtschaft, Finanzmärkte und Finanzdienstleistungen zu erarbeiten und zu generieren. Die Ableitung von Erkenntnissen aus einem soliden theoretischen Fundament sollen die Lösung praktischer Probleme vorantreiben.

Der gebürtige Hanauer (Jahrgang 1962) hat als Stipendiat der Hoechst AG-Studienstiftung und der Friedrich-Naumann-Stiftung Mathematik mit Nebenfach Betriebswirtschaftslehre an der Johann Wolfgang Goethe Universität-Frankfurt studiert und als Diplom-Mathematiker abgeschlossen. Bereits Auszüge aus seiner Diplomarbeit sind in einem angesehenen amerikanischen Operations Research-Journal veröffentlicht worden. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Kreditwirtschaft und Finanzierung bei Prof. Dr. Bernd Rudolph in Frankfurt promovierte er 1993 mit einer Arbeit zur Optionsbewertung mit Monte-Carlo-Methoden unter der Begutachtung von Prof. Dr. Bernd Rudolph und Prof. Dr. Dr. h.c. Helmut Laux zum „Dr. rer. pol.“. Die Assistententätigkeit am Institut für Kapitalmarktforschung und Finanzierung an der Ludwig-Maximilians-Universität München und

die Förderung durch ein DFG-Habilitantenstipendium schloß er mit der Habilitationsschrift über „Delegation und Kontrakt-Design im Portfolio Management“ unter der Begutachtung von Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Ballwieser und Prof. Dr. Bernd Rudolph und der Ernennung zum Privatdozenten im Jahr 2000 ab.

Es folgten ein Lehrauftrag an der Universität Konstanz und 2001 bis 2002 eine C4-Lehrstuhlvertretung für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre an der Universität zu Köln. 2003 bis 2004 nahm Herr Schäfer in Österreich eine Gastprofessur am Institut für betriebliche Finanzwirtschaft der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck und die wissenschaftliche Gesamtleitung der nahe gelegenen Kufsteiner Hochschule wahr. Schließlich folgte eine C4-Lehrstuhlvertretung für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Investition und Finanzierung sowie Rohstoff- und Energiewirtschaft an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (Sachsen). Den Ruf auf den letztgenannten Lehrstuhl lehnte Herr Schäfer im Sommer 2005 ab. Das hohe Ausbildungsniveau und die guten Lehr- und Forschungsbedingungen in Bayreuth, die angenehme, konstruktive Diskussionskultur unter den Kollegen der Fakultät sowie die attraktive inhaltliche Positionierung des Lehrstuhls BWL I waren maßgebliche Gründe für die Entscheidung zum Wechsel nach Bayreuth. Herr Schäfer und seine Ehefrau Dipl.-Ök. Mavie Schäfer haben drei Kinder: Mark, Desirée und Marvin.

Mit Finanzwirtschaft und Bankbetriebslehre vertritt der Bayreuther

Lehrstuhl von Herrn Schäfer zwei Fachgebiete, die an etlichen anderen Hochschulstandorten getrennt auf zwei (oder mehr) Professuren aufgeteilt sind. Aus traditioneller Sicht kann dies auch gut erklärt werden: Die Finanzwirtschaft widmet sich als funktionale Betriebswirtschaftslehre ohne branchenbezogenen Fokus der Investitions- und Finanzierungspolitik von Unternehmen, während die Bankbetriebslehre institutionell argumentiert und den Banken ausgeprägte Besonderheiten zuspricht, die eine vertiefende und differenzierte Analyse erfordern. Letztere Sichtweise war in der deutschen Hochschullandschaft lange Jahre herrschende Meinung. Mit der Internationalisierung der Fachgebiete und der Erweiterung der theoretischen Methodik setzt sich jedoch zunehmend eine funktionale Grundorientierung durch. Das wiederum ermöglicht eine integrative Behandlung beider Bereiche. Auch im deutschen Sprachraum überschreibt man die Fachgebiete deshalb gerne mit dem englischen Begriff „Finance“.

Die Öffnung der Betriebswirtschaftslehre hin zur Mikroökonomik hat neue kapitalmarktorientierte Forschungsansätze herausgebildet, insbesondere in den Ausprägungen der neoklassischen Kapitalmarkttheorie und der informationsökonomischen Ansätze. Die neoklassische Finanzierungs- und Kapitalmarkttheorie ist einer der dominanten und in den letzten Jahrzehnten außerordentlich dynamischen sowie erfolgreichen Zweige der Wirtschaftswissenschaften. Sie untersucht die Allokation und die Bewertung von Zahlungsströmen auf

# Bankbetrieblehre integriert

## Professor Dr. Klaus Schäfer besetzt

vollkommenen Märkten und bildet die Grundlage für die Analyse und Steuerung von Portfolios. Ihre Bedeutung für unternehmerische Entscheidungen im Investitions- und Finanzierungsbereich kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Mit der Annahme vollkommener, also im besten Sinne „perfekter“ Märkte verzichtet man aber darauf, die Konsequenzen von Unterschieden im Informationsstand für die Gestaltung von Finanzierungsverträgen herauszuarbeiten. Aus der neoklassischen Kapitalmarkttheorie heraus sind deshalb nur bedingt Aussagen zur Gestaltung und Steuerung von Finanzdienstleistungsunternehmen zu gewinnen.

Ganz anders argumentiert man in der neoinstitutionalistischen Finanzierungstheorie, in deutscher Tradition also auf einem volkswirtschaftlichen Fundament: Finanzdienstleistungen werden aus der Perspektive der Finanzintermediation betrachtet. Die Theorie der Finanzintermediation versucht zu erklären, ob und unter welchen Bedingungen die Einschaltung einer Bank bzw. eines Finanzdienstleisters in die Vertragsbeziehung zwischen Kapitalgebern und Kapitalnehmern effizient ist. In diesem Rahmen werden nicht nur die institutionellen Strukturen, sondern auch die funktionalen Abläufe des Angebots und der Ausgestaltung von Finanzdienstleistungen erarbeitet. Die notwendige Verbindung zwischen den auf theoretischer Ebene gewonnenen Aussagen sowie den realen Strukturen und Prozessen kann hergestellt werden.

Im Lehrprogramm des Lehrstuhls

BWL I sind diese Perspektiven integriert, indem sowohl institutionen- wie auch kapitalmarkttheoretische Konzepte vermittelt werden. Managementorientierte Ansätze rücken dagegen eher in den Hintergrund. Leitidee ist hierbei, den Studierenden des Faches neben methodischen und fachlichen Kompetenzen auch analytisch-abstrakte Argumentationslinien zu vermitteln, die es im dynamischen Umfeld der Finanzmärkte ermöglichen, neue, konkrete Entwicklungen auch im späteren Berufsleben einordnen, bewerten und gestalten zu können. Diese Elemente werden sich verstärkt auch in den Beiträgen des Lehrstuhls zu den angestrebten Bayreuther Bachelor- und Master-Programmen wiederfinden. Das große Interesse von Studierenden und von externen Kooperationspartnern am Fachgebiet unterstreichen diese Notwendigkeit.

Die Forschungsinteressen von Herrn Schäfer sind breit gefächert. Seine Veröffentlichungen umfassen insbesondere die Bereiche Investitionstheorie, Finanzinnovationen, Derivate, Kapitalmarkttheorie und Risikomanagement. Fragen nach dem Einsatz, der Bewertung und der Analyse von Finanzierungsformen – oder allgemein formuliert: Aufgaben der Beurteilung von Zahlungsströmen – werden aus einer entscheidungstheoretischen Sicht heraus beantwortet. Ein aktuelles Arbeitspapier beschäftigt sich mit dem optimalen Einsatz der an der Leipziger Strombörse gehandelten innovativen Finanzinstrumente. Ein im Sommer 2005 von ihm in Ko-Autorenschaft verfasstes Springer-Lehrbuch behandelt Derivate und



Risikomanagement-Strategien. Neben den bisherigen Themenfeldern soll der Bayreuther Fokus auch die speziellen Arbeitsgebiete Gründungs- und Wachstumsfinanzierung sowie Mittelstandsfinanzierung umfassen und sich verstärkt empirischer Methoden bedienen. Das hohe Potenzial für Anwendungsorientierung in der Forschung sowie vor allem in der Lehre soll in gemeinsamen Projekten mit der Praxis genutzt werden. Herr Schäfer hat bereits an seinen früheren Wirkungsstätten erhebliche Leistungen des Forschungstransfers in Praxisprojekten mit Unternehmen der Finanzdienstleistungsbranche wie auch mit Industrieunternehmen erbracht. Diese sind immer im Kontext moderner theorieorientierter Forschung zu sehen. Die auf den Finanzmärkten bestehenden internationalen Verflechtungen, die enge Verbindung betriebs- und volkswirtschaftlicher Problemstellungen, aufsichtsrechtliche Fragen und quantitative Methodik erfordern interdisziplinäre Ansätze. Damit ist „Finance“ aus Sicht von Herrn Schäfer eine unheimlich spannende Materie. ■



[www.myfuture.bertelsmann.de](http://www.myfuture.bertelsmann.de)

Die Zukunft der Kommunikation wird von denen gestaltet, die schneller denken und mutiger handeln. Mehr als 88.000 engagierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit ihren kreativen Talenten haben Bertelsmann zu dem gemacht, was es heute ist: mit mehr als 1.300 Firmen in 63 Ländern zu einem der größten Medienunternehmen weltweit und zur Nummer 1 in Europa. Im Jahr 2005 wurde ein Jahresumsatz von 17,9 Milliarden Euro erwirtschaftet.

# Praktikant/in

## Herausforderungen annehmen, Chancen nutzen, Perspektiven entwickeln

Wir bieten Praktikumsmöglichkeiten in den Bereichen Personal und Rechnungswesen im Corporate Center am Standort Gütersloh.

Als Praktikant/in in der Zentralen Personalabteilung von Bertelsmann unterstützen Sie das Team im Tagesgeschäft, in der operativen Personalbetreuung sowie bei der Nachbereitung der diesjährigen Mitarbeiterbefragung.

Im Bereich Rechnungswesen wirken Sie an der Aufbereitung und Analyse von handelsrechtlichen Einzelabschlüssen und an der Klärung von Bilanzansatz- und Bewertungsfragen nach deutschem Handels-/ Steuerrecht und IAS/IFRS mit. Aufgabenbereiche im Team »Projects and Policies« des Konzernberichtswesens sind die Mitarbeit in Teilprojekten zur inhaltlichen und methodischen Weiterentwicklung unserer Group Reporting Systeme, die Mitwirkung bei der Integration neuer IFRS Accounting Standards und Steuerungsgrößen in das Bertelsmann Group Reporting.

Sie befinden sich mitten im Studium und konnten bereits erste praktische Erfahrungen sammeln? Zudem haben Sie:

- Ihr Vordiplom in Wirtschaftswissenschaften erfolgreich abgeschlossen
- mindestens 3 Monate Zeit
- hohe Eigeninitiative und eine schnelle Auffassungsgabe
- MS-Office- und Englisch-Kenntnisse

Dann sind Sie bei uns richtig!

Bitte richten Sie Ihre aussagekräftige Bewerbung an: Bertelsmann AG, Zentrale Personalabteilung, Marianne Mathias, Postfach 111, 33311 Gütersloh, oder per E-Mail an: [my.chance@bertelsmann.de](mailto:my.chance@bertelsmann.de) – Wir bevorzugen Bewerbungen über unser Online Formular!