

# An der Schnittstelle zwischen Wirtschaft und Wissenschaft

## Forschung und Entwicklung am FZI

VON DR. HOLGER BÄR<sup>1</sup> UND  
DR. CARSTEN HOLTSMANN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Leiter Forschungsbereich SE

<sup>2</sup> Leiter Forschungsbereich IPE,

Forschungszentrum Informatik (FZI), Karlsruhe

**D**as FZI Forschungszentrum Informatik ist eine Forschungseinrichtung des Landes Baden-Württemberg nahe an der Universität Karlsruhe - inhaltlich, was die bearbeiteten Themen betrifft, und räumlich durch den Sitz in der Haid-und-Neu-Straße, keine fünf Minuten vom Campus entfernt.

Seit über 20 Jahren bietet das FZI Professoren der Uni die Möglichkeit zu anwendungsorientierter Arbeit und unterstützt Unternehmen und öffentliche Einrichtungen dabei, die neuesten Methoden und Erkenntnisse wissenschaftlicher Forschung aus Informatik, Ingenieurwissenschaften und Wirtschaftswissenschaften in wirtschaftlichen Erfolg umzusetzen.

Das FZI ist ein zentraler Knotenpunkt im Netzwerk regionaler und überregionaler Anbieter innovativer Anwendungen. Mit Entwicklungsprojekten für und mit Kunden hat das FZI in der anwendungsorientierten Informatikforschung einen hervorragenden

Ruf weit über die Landesgrenzen hinaus erworben.

Warum ist das interessant für Studierende und Mitarbeiter in der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften? Die Antwort ist einfach: Weil hier sehr interessante Möglichkeiten für interdisziplinäres und praxisorientiertes Arbeiten bestehen. Am FZI forschen und entwickeln derzeit 14 Professoren, mit zusammen ca. 60 wissen-

schaftlichen Mitarbeitern in vier Forschungsbereichen. In den zwei Forschungsbereichen "Software Engineering (SE)" und "Information Process Engineering (IPE)" sind Professoren der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Karlsruhe (TH) zuhause:

■ IPE: Prof. Dr. Wolffried Stucky, Prof. Dr. Rudi Studer, Prof. Dr. Christof Weinhardt  
■ SE: Prof. Dr. Andreas Oberweis



▲ **Abbildung 1:** Fünf Minuten von der Uni: Forschungszentrum Informatik in der Haid-und-Neu-Straße

**Forschungsbereich IPE**

**Tätigkeitsfeld und Serviceangebot**

Die zielgerichtete Gestaltung von Informations- und Kommunikationsprozessen steht im Mittelpunkt des Forschungsbereichs Information Process Engineering (IPE). Das Spektrum der Forschungsthemen reicht vom persönlichen Arbeitsprozess wie etwa dem individuellen Lern- und Wissensmanagement bis hin zu kollaborativen innerbetrieblichen aber auch organisationsübergreifenden Geschäftsprozessen. Die Geschäftsprozessunterstützung erfolgt dabei mit der Zielsetzung "Intelligente Informationslogistik": Daten, Information und Wissen werden als persönliches Gut, produktive Ressource und wertschaffendes Produkt verstanden. Diese sind den Nutzern - seien es Personen, Unternehmen und Unternehmensnetzwerke - zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort, im richtigen Umfang passend zum aktuellen Informationsbedarf und Kontext bereitzustellen - eine Herausforderung vergleichbar mit der Bereitstellung physischer Ressourcen und Produkte und daher als Informationslogistik charakterisiert.

In der Informations- und Wissensgesellschaft kommt dem effizienten Finden und

der zielgerichteten Nutzung von Information und Wissen sowohl für Privatpersonen, als auch für Unternehmen und Unternehmensnetzwerke zentrale Bedeutung zu. IPE setzt Methoden und Technologien der Informatik und der Wirtschaftswissenschaften ein, um seine Partner und Kunden dabei zu unterstützen, die richtigen Entscheidungen für ihre informationslogistischen Aufgaben zu treffen:

- zur Art und Weise, wie man vorhandene oder neu geschaffene Information richtig erfasst,
- zum Auffinden, Speichern und Integrieren von Daten, Information und Wissen und
- zur gemeinsamen Nutzung, Verteilung, Verbreitung und Veräußerung von Daten, Information und Wissen.

Die von IPE angewandten Methoden und Technologien entwickeln ihr Potenzial nicht nur in der individuellen oder unternehmensweiten Anwendung, sondern vor allem auch bei personen- und unternehmensübergreifenden Prozessen, Kooperationen, in Value Networks und virtuellen Unternehmen. Die Erzeugung, Analyse und das systemübergreifende Management von Informationen und Wissen wird möglich - auch, um neue Informationen zu erzeugen und neues Wissen daraus zu generieren. Damit kann Information und Wissen nicht nur als Produk-

tions-, sondern auch als Wettbewerbsfaktor eingesetzt werden.

**Das Team von IPE**

Der Bereich IPE mit mehr als 20 Mitarbeitern und das Kompetenznetzwerk von IPE, das im engen Kern der vier Professoren mehr als 80 Wissenschaftler umfasst, verfügt über umfangreiche Erfahrungen bei der Durchführung wissenschaftlicher Forschungs- und Entwicklungsprojekte auf nationaler und internationaler Ebene. Zu den Partnern und Kunden gehören regionale kleine und mittelständische Unternehmen genau so wie internationale Konzerne. Unter der Koordination des Leiters Dr. Carsten Holtmann sind in IPE die komplementären Kompetenzen von vier Forschungsrichtungen und Teams integriert.

**Entwicklungen, Trends, Kompetenzangebot**

Die vier IPE Teams bündeln ihre Kompetenzen interdisziplinär und teamübergreifend in drei thematische Cluster, die den Rahmen für die aktuellen Forschungsprojekte und Forschungsansätze liefern:

**Semantische Technologien:**

IPE hat sich in den vergangenen Jahren mit seinen regionalen Partnern internationale Anerkennung beim semantischen Umgang mit Informationen und der Entwicklung von Semantic-Web-Technologien erworben. Mit KAON (Karlsruhe Ontology and Semantic Web Infrastructure, <http://kaon.semanticweb.org/>) und seit 2005 mit dem KAON2-System verfügt man nicht nur über eine Software-Infrastruktur für das Management von Ontologien und das ontologiebasierte Schlussfolgern, sondern auch über das weltweit schnellste Instanzen-Inferenzsystem für die W3C-Standard-Ontologiesprache OWL mit Regeln (<http://kaon2.semanticweb.org/>). Darauf aufbauende aktuelle Projekte und Arbeiten zielen ab auf

- die einfachere Erzeugung semantisch annotierter Inhalte in Alltagsanwendungen wie z. B. Semantic Desk-



▲ **Abbildung 2: Typisch FZI - Intensiver Austausch mit der Praxis**

## Infobox

Das FZI hat ein Modell entwickelt, mit dem Unternehmen situationsangepasste Fortbildung direkt am Arbeitsplatz organisieren können. Dieser so genannte Wissensreifungsprozess hebt Brüche im Wissensfluss zwischen F&E und den anderen Abteilungen des Unternehmens auf. Er ermöglicht eine systematische Analyse der Probleme und zeigt, wo man ansetzen muss, um sie zu überwinden. Dafür bringt das FZI-Modell die bisher getrennten Disziplinen Wissensmanagement und E-Learning zusammen. Nach dem Modell des Wissensreifungsprozesses hat das FZI bereits verschiedene lernunterstützende Dienste zur Einbindung in die Arbeitsumgebung realisiert. Diese Fortbildungswerkzeuge können unter anderem:

- Schulungsinhalte passend zur gerade anstehenden Aufgabe empfehlen und dem Benutzer das Wissen vermitteln, dass er zu deren Lösung braucht.
  - Kommunikationsmöglichkeiten mit Kollegen anbieten, von denen das System weiß, dass sie in der aktuellen Situation weiterhelfen können, wobei auch berücksichtigt wird, ob diese Kollegen für die Auskunft gerade verfügbar und auch dazu bereit sind.
  - den Lernobjekten im System Auskunft über den Benutzer geben, der die Frage stellt; das heißt z. B. über seine Qualifikation, seinen aktuellen Fortbildungsstand im Bezug auf das neue Produkt, aber auch darüber, ob das Lernangebot gerade in seinen Tagesablauf passt. Das System wird dadurch in die Lage versetzt, ihm Lösungen anzubieten, die zu seiner persönlichen Situation und fachlichen Qualifikation passen.
- Der Wissensreifungsprozess und die Werkzeuge zur Mitarbeiterschulung lassen sich in vorhandene Personalentwicklungs- und Wissenstransferstrategien einbetten und helfen, unterschiedliche Werkzeuge besser miteinander zu verknüpfen. ■

top, Semantic Wiki und Semantic Blogging (EU Projekt NEPOMUK, <http://nepomuk.semanticdesktop.org>),

■ die bessere Nutzung semantisch annotierter Inhalte durch kontextbewusste, kollaborative Anwendungen in den Bereichen "eScience" (BMBF-Projekt "Im Wissensnetz") "eGovernment" (EU-Projekte OntoGov und FIT) sowie im Wissensmanagement beim Software Engineering (EU- und BMBF-Projekte TEAM und WAVES). In enger Kooperation mit Industriepartnern wird das künftige Anwendungspotenzial semantischer Technologien bereits heute in konkreten Anwendungen aufgezeigt.

### Lernen und Wissen:

Das Wissen des Mitarbeiters wird zunehmend zur wichtigsten Ressource von Unternehmen: Die effiziente Nutzung und Dokumentation des Wissens jedes Einzelnen wird damit erfolgskritisch, die Aus- und Weiterbildung des Mitarbeiters entscheidet über langfristige Kundenzufriedenheit, Effizienz und Innovationsfähigkeit. Die traditionell getrennt betrachteten Themen und Aufgaben der Bereiche eLearning und Wissensmanagement wachsen zusammen. IPE unterstützt diese Entwicklung nicht nur durch die Mitarbeit in europäischen Projekten wie "LIP - Learning in Process" (<http://www.learninginprocess.com/>), sondern auch direkt im Auftrag der Industrie; z. B. mit der SAP und dem DaimlerChrysler-Werk Wörth durch den Aufbau entsprechender IT-Werkzeuge, die beispielsweise das Speichern, Suchen und Vergleichen von Best-Practices (<http://www.kmir.de>) oder ein intelligentes Human-Resources-Management ermöglichen.

### Service-Orientierung in Unternehmen und Infrastrukturen:

Durch die Beteiligung an wegweisenden EU-Forschungsprojekten wie "SWWS - Semantic Web Enabled Web Services" (<http://swws.semanticweb.org/>), "DIP - Daten-, Informations- und Prozessintegration mit Semantic WebServices" (<http://dip.semanticweb.org/>), "DBE - Digital Business Ecosystems" (<http://www.digital-ecosystem.org/>), sowie durch die Arbeit in Industrieforschungsaufträgen mit Partnern wie der Union Investment, dem Städtischen Kli-

nikum Karlsruhe oder dem Rhön-Klinikum verfügt IPE über umfassende und disziplinenübergreifende Kompetenzen im Bereich "Services". Diese reichen von den technischen Facetten der Gestaltung serviceorientierter Softwarearchitekturen (SOA) über die ökonomische Analyse des Potenzials ihres Einsatzes bis hin zur generellen Beurteilung und ingenieurmäßigen Gestaltung (kollaborativer) IT-basierter Dienstleistungskonzepte (z. B. im Bereich eHealth im Projekt PerCoMed, <http://www.percomed.de>).

### Forschungsbereich SE

#### Tätigkeitsfeld und Serviceangebot

Der Forschungsbereich Software Engineering (SE) entwickelt und erprobt ingenieurmäßige Methoden, Werkzeuge und Entwicklungsprozesse zur effizienten Konstruktion und Evolution komplexer Software-Systeme und führt diese in Unternehmen ein. SE berät und unterstützt seine Kunden in allen Phasen des Software-Lebenszyklus, beginnend mit der Analyse und Verbesserung der zugrunde liegenden Geschäftsprozesse über die Modellierung der Systeme bis hin zu deren kontinuierlicher professioneller Pflege und Weiterentwicklung. SE am FZI verbindet Know-how aus Softwaretechnik und Übersetzerbau mit Kompetenzen zur Analyse und Verbesserung von Entwicklungs- und Geschäftsprozessen. Eine gute Voraussetzung, um die in der Praxis oft vorhandene Kluft zwischen der Anwenderwelt und der softwaretechnischen Umsetzung ihrer Anforderungen zu überbrücken. Wir betrachten die Arbeitsabläufe, die von Software unterstützt werden sollen als Teil der Modellierung des Softwaresystems und setzen sie mit Hilfe von geeigneten Werkzeugen in maßgeschneiderte Anwendungsprogramme um. Die beiden Arbeitsgebiete sind in der Hauptsache Softwareanwendungen für alle Bereiche in Unternehmen sowie sicherheitskritische eingebettete Systeme mit Echtzeitanforderungen. Besondere Schwerpunkte liegen in der Weiterentwicklung der werkzeuggestützten Methodik zur Konstruktion von Softwaresystemen aus generischen Komponenten und in der Verbesserung der in-

neren Qualität von Software. Zudem bietet der Bereich Schulungen und Workshops zu Microsoft .NET Technologien und zu JAVA an.

**Das Team von SE**

SE verbindet unter der Koordination der Abteilungsleiter Dr. Holger Bär und Dr. Andreas Judt Kompetenzen aus der Informatik und den Ingenieurwissenschaften. In seiner Arbeitsweise orientiert sich SE an der traditionellen Ingenieurstätigkeit. Wir gehen die zu lösende Aufgabenstellungen systematisch an, planen und konstruieren Software-Systeme wie komplexe Gebäude und suchen dann nach Werkzeugen und Technologien, um den Plan in ein Anwendungsprogramm umzusetzen. Im Einsatz später notwendige Kontroll-, Pflege- und Wartungsarbeiten berücksichtigen wir schon bei der Konstruktion. Als Direktoren engagieren sich in SE am FZI Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Goos, Prof. Dr. Andreas Oberweis und Prof. Dr. Ph.D. Walter F. Tichy.



▲ **Abbildung 3: Moderne Technik - kollaboratives Arbeiten vor Ort ...**

**Entwicklungen, Trends, Kompetenzangebot**

Die größte Herausforderung moderner Softwaretechnik ist die Beherrschung der stetig wachsenden Komplexität von Software-Systemen bei gleichzeitig steigenden Anforderungen an deren Verlässlichkeit,

Korrektheit und Sicherheit. Neben einer breiten Kenntnis relevanter Technologien, konzentriert sich die Forschung und Entwicklung von SE am FZI auf folgende Schlüsselbereiche zur effizienten Produktion hochqualitativer Software:

**Modellzentrierte komponentenorientierte Software- Entwicklung:**

Modellzentrierte Entwicklung beschreibt die Implementierung eines Software-Systems zu großen Teilen in Form von Modellen, z.B. UML-Modelle oder Beschreibungen von Benutzerschnittstellen, aus denen Quellcode für verschiedene Plattformen und Architekturen generiert wird. Durch die Generierung erhöht sich die Produktivität des Software-Produktionsprozesses, während Fehler in der manuellen Umsetzung der Modelle vermieden werden. Diese Positiveffekte werden durch den Einsatz generischer Komponenten zur Realisierung der Modelle noch verstärkt. Die Systemeigenschaften können zudem in einem sehr frühen Stadium getestet und validiert werden.

**Evolutionäre Software-Entwicklung:**

Der Lebenszyklus eines Software-Systems geht weit über seine initiale Implementierung hinaus. Meist werden die Systeme über Jahre hinweg an geänderte und er-



▲ **Abbildung 4: ... oder virtuell mit Projektpartnern im In- und Ausland**

weiterte Anforderungen angepasst. Damit diese evolutionäre Entwicklung mit vertretbarem Aufwand geleistet werden kann, müssen zum einen Anforderungsänderungen auf einer geeigneten Abstraktionsebene umgesetzt werden, die es erlaubt, resultierende Änderungen in der Implementierung automatisch durchzuführen. Zum anderen muss die Qualität der inneren Struktur des Systems wegen der Veränderung kontinuierlich überprüft und gegebenenfalls verbessert werden. Ohne eine derartige laufende Kontrolle und Pflege des Softwaresystems wird es durch Veränderungen und Anpassungen immer unüberschaubarer und muss letztendlich eingestampft oder von Grund auf neu implementiert werden.

**Modellierung und Verbesserung von Geschäftsprozessen:**

Die formale Modellierung von Geschäftsprozessen auf Basis von Petrinetzen erlaubt eine automatisierte Analyse und Simulation. Dadurch können Verbesserungspotentiale schnell und fundiert identifiziert und vorgeschlagene Prozessverbesserungen im Modell bewertet werden. Veränderungen in den Geschäftsprozessen sind der häufigste Grund dafür, dass neue oder andere Unterstützungsleistungen vom Softwaresystem erwartet werden. Durch das Einbeziehen von Prozessmodellen in eine modellzentrierte Entwicklung entstehen hochflexible Software-Systeme, die jederzeit an veränderte Gegebenheiten angepasst werden können.

**Modellierung und Analyse sicherheitskritischer eingebetteter Systeme:**

Schlechte Qualität von Software stellt heute bei eingebetteten Systemen ein großes Problem dar. SE entwickelt Programmier Techniken, mit denen Objektorientierung für die architekturneutrale Entwicklung von sicherheitskritischen Anwendungen genutzt werden kann. Wir versprechen uns aus der Verbindung von Objektorientierung und formaler Verifikation eine Verbesserung der Softwarequalität.

**Software-Entwicklungsprozesse:**

Die aufgeführten Methoden können ihr Potential nur entfalten, wenn sie durch geeig-

nete Entwicklungsprozesse unterstützt werden. SE stellt Erfahrungen mit der empirischen Bewertung von Prozessen und der Erweiterung von Standardprozessen bereit, und kennt sich auch mit der Bewertung von Arbeitsabläufen in Unternehmen sehr gut aus. Im Bereich Software-Konstruktion verspricht die Kombination von invasiven Programmier Techniken mit einer mächtigen Konfigurationssprache einen großen Schritt vorwärts in Richtung Wiederverwendung nicht standardisierter (Fach-) Komponenten in kollaborativen Entwicklungsszenarien. Im Forschungsprojekt CollaBaWü (siehe Infobox) gelang es SE nachzuweisen, dass die Anpassbarkeit und damit auch die Wiederverwendbarkeit von Komponenten durch diese Kombination deutlich verbessert werden kann, so dass die Wiederverwendung von Softwarekomponenten in greifbare Nähe rückt. Zunehmende Bedeutung gewinnen Methoden und Werkzeuge zur Softwareevolution und Softwaresanierung, weil die in Unternehmen und technischen Anwendungen eingesetzten Softwaresysteme langsam in die Jahre kommen. SE beschäftigt sich mit dieser Thematik seit mehreren Jahren. Die erworbene Kompetenz bieten wir Kunden sowohl in Form von Beratungsleistung, als auch in Form fertiger Softwarewerkzeuge zur Qualitätssicherung bei der Softwareevolution und Softwaresanierung an. SE am FZI verfolgt als längerfristiges Ziel, IT-Lösungen, die "Flexibilität" und "niedrige Entwicklungskosten" unter einen Hut bringen, zum Normalfall zu machen. Das wollen wir erreichen durch die Fokussierung auf die Modellierung von Prozessen und Software-Strukturen sowie durch eine weitgehende Automatisierung der Implementierung. Zu einem hoch flexiblen Softwaresystem im kontrollierten Kostenrahmen gehört unserer Ansicht nach auch eine regelmäßige Bewertung der Qualität der Prozesse und Strukturen, um diese evolutionär zu verbessern. In der Verlagerung des Ausgangspunktes von der Implementierung auf die frühen kundennahen Phasen der Systementwicklung liegt auch die große Chance, den Problemen des Offshoring zu begegnen. An einer RFID-basierten IT-Unterstützung für Logistik-Prozesse im Mittelstand wird SE dieses Ziel beispielhaft realisieren.

## Infobox

Im Rahmen des Verbundprojektes CollaBaWü untersucht das FZI, wie Unternehmenssoftware für Branchen industriell hergestellt und verkauft werden kann, und dabei trotzdem die individuellen Wünsche der einzelnen Firmen und Anwender erfüllt.

Man stelle sich vor, als Einkäufer in einer Firma entscheiden zu müssen, wie das neue Softwaresystem aussehen soll, das im ganzen Hause eingesetzt wird. Eine anspruchsvolle Aufgabe, weil es den Bedürfnissen der Kollegen entsprechen muss, die den ganzen Tag damit arbeiten. Außerdem gilt es, im Rahmen des bereitgestellten Budgets die beste Software auf dem Markt zu finden. Dazu wurde vom Forschungsbereich SE eine Methode entwickelt und Werkzeuge programmiert, mit denen die Anforderungen aus verschiedenen Abteilungen über ein Intranet erfasst werden können. Diese Anforderungen werden von einer Anforderungsplattform gemanaged, die sich an Ansätze aus der Open-Source-Entwicklung anlehnt. Das bedeutet, dass jeder Mitarbeiter die Möglichkeit bekommt, seinen (Software)-Arbeitsplatz mitzugestalten. Ferner ist es möglich, auch unternehmensübergreifend Mitarbeiter in diese Anforderungserhebung einzubeziehen. Ein weiteres Werkzeug dient der Kosten-Nutzen-Analyse dieser Anforderungen. Um die ermittelten Anforderungen möglichst effizient in konkrete Softwaresysteme umzusetzen, werden im Rahmen von CollaBaWue auch ingenieurmäßige Methoden zur Konstruktion von Software aus Komponenten eingesetzt und weiterentwickelt. Hierbei spielt das Konzept der generischen Komponenten eine zentrale Rolle. Das FZI entwickelt im Rahmen des Projekts hierzu Methoden und Werkzeuge sowohl zur codezentrierten als auch zur modellzentrierten Spezifikation solcher Komponenten. Dieser duale Ansatz erlaubt eine einfache Integration in die jeweils bei den Projektpartnern vorzufindenden Entwicklungsansätze. ■

### **Förderung des wissenschaftlich ausgebildeten Nachwuchses**

Ein wichtiges strategisches Ziel des FZI ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Sie wird weiter intensiviert, internationalisiert und auf Spitzenniveau zugeschnitten werden - und dabei den Nachwuchswissenschaftlern die neue Qualifikation ins Berufsleben mitgeben, die in den aufkommenden Industrien benötigt wird: Fundiertes Fachwissen zu verschiedenen Bereichen. Durch die interdisziplinäre Ausrichtung der meisten Transfer-Projekte werden die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des FZI automatisch mit derartigen Kenntnissen versorgt - ein wesentlicher Beitrag zur Versorgung der Wirtschaft mit hochqualifizierten Nachwuchs-Führungskräften. Auch der Weg zu einer Professur, insbesondere an

Fachhochschulen, steht den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des FZI mit ihrer wissenschaftlichen und industrienahen Ausbildung offen.

Das FZI bietet über die aktive Einbindung der Mitarbeiter in die Lehre der Fakultäten sowie die Betreuung einer Vielzahl von Seminar-, Studien- und Diplomarbeiten sowie die Beschäftigung studentischer Hilfskräfte einen wesentlichen Beitrag zu einer anwendungsbezogenen Ausbildung der Studierenden. Durch Rahmenverträge mit Unternehmen wie SAP, IBM oder DaimlerChrysler stehen Strukturen für eine systematische Betreuung von Promotionsvorhaben von Mitarbeitern der Partnerfirmen zu Verfügung - es existiert damit die Möglichkeit zu praxisorientierten Dissertationen und Diplomarbeiten sowie für Praktika. ■

## POWER auf KNOPFDRUCK

*Schalten Sie uns ein.  
Nutzen Sie das  
Beratungsangebot  
der fachübergreifenden  
Unternehmensberatung  
Karlsruher Studenten.  
Profitieren Sie wie  
viele unserer Kunden von  
der Kompetenz und Power  
unserer Berater.*

[www.fuks.org](http://www.fuks.org)