

# thema

## F O R S C H U N G



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

1/2007



# Ambient Intelligence

THEMENPANORAMA

### Sicher

Risiken in IT-Netzwerken  
erkennen und ausschalten

Seite 22

### Tauglich

AmbientWeb-Standard:  
Intuitiv und verständlich

Seite 44

### Hilfreich

Aktor-Sensor-Systeme  
erweitern die Medizintechnik

ab Seite 52



# Verändern wir die Welt, indem wir immer neu denken?

Oder denken wir immer neu, weil die Welt sich verändert?  
Mit kleinen Ideen Großes bewirken.  
Innovationen verbessern unser Leben.

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

**SIEMENS**

# Liebe Leserin, lieber Leser,



der fast unbegrenzte Zugriff auf elektronische Information über das Internet ist heute selbstverständlich. So zugänglich diese Information auch sein mag, erfordert der Zugriff immer noch eine bewusste Handlung. Heute finden wir jedoch Computer in vielen Geräten, ohne sie bewusst wahrzunehmen. Besonders spannend wird es, wenn sich diese unsichtbaren Computer miteinander vernetzen, um uns im täglichen Leben zu unterstützen. Die Kooperation und Interaktion von intelligenten Geräten und die Nutzung der in der Umgebung, dem Ambiente, verborgenen Intelligenz eröffnen ungeahnte Möglichkeiten. Erste Ansätze sieht man schon heute in isolierten Anwendungsgebieten – PKWs der Luxusklasse, umweltgerechte Gebäude, intelligente Wohnungen für Behinderte oder sensorgesteuerte Logistikprozesse. Um die Vision der Ambient Intelligence jedoch in allen Bereichen unseres täglichen Lebens – Beruf, Freizeit, Wohnen, Gesundheit, Mobilität – durchgängig umzusetzen, muss noch intensiv an einer Vielzahl von Themen geforscht werden. Deshalb ist Ambient Intelligence ein zentrales Thema im siebten Rahmenprogramm der Europäischen Union.

Das AmbientWeb ist unsere gemeinsame Vision der Ambient Intelligence an der TU Darmstadt. Das AmbientWeb ist ein Geflecht von intelligenten Objekten und Diensten, die uns umgeben und uns in unserem täglichen Leben unterstützen. Besonderen Wert legen wir auf die Durchgängigkeit der Dienste über Anwendungsbereiche und Orte hinweg. Das AmbientWeb muss außerdem zuverlässig, sicher, immer verfügbar und in seinem Verhalten voraus sagbar sein. Um sich aber auf breiter Front durchzusetzen, muss Ambient Intelligence nicht nur technische, sondern auch wirtschaftliche, rechtliche und ethische Anforderungen erfüllen. In diesem Heft werden einige der relevanten Themen und die Forschung auf diesen Gebieten an der TUD skizziert.

In dem Beitrag „Ambient Intelligence – Forschung und Anwendung“ beschreiben Encarnação, Mühlhäuser und Wichert die Vision und einige Anwendungen. Für diese werden auch Überlegungen zu spezifischen Architekturen angestellt. Darauf aufbauend gehen in dem Beitrag „Architektur für Ambient Intelligence“ Buchmann, Mezini und Schürr auf die Integration von Domain- und Technologie-spezifischen Architekturen ein und beschreiben den notwendigen Rahmen, um heterogene, historisch gewachsene Insellösungen zu integrieren.

Ein wesentlicher Baustein in der Integration von heterogenen Systemen ist die Middleware, die notwendige Abstraktionen und standardisierte Schnittstellen bereitstellt. In dem Beitrag „Middleware für Ambient Intelligence“ gehen Buchmann, Mühlhäuser und Suri auf die Probleme der Middleware ein, insbesondere auf die Dienste, die die Middleware anbieten muss und auf die besonderen Probleme, die sich aus der extremen Heterogenität der Geräte und Plattformen in Bezug auf Speicherkapazität, Re-

chenleistung, Bandbreite und Stabilität in der Kommunikation und der verfügbaren Energieversorgung ergeben. Die Bedeutung der Sicherheit und die besonderen Probleme, die sich aus der Allgegenwärtigkeit unzähliger (Kleinst)rechner ergeben, werden in dem Beitrag von Eckert „Ambient Intelligence (AmI): Neue Herausforderungen für die IT-Sicherheit“ dargestellt.

Steinmetz, Gershman, Hollick, Johannsen und Klein widmen sich in ihrem Beitrag „Ubiquitär verfügbare Kommunikationsdienste“ den Netzarchitekturen mit Technologien zur Selbstorganisation (im weiteren Sinne) und der Fähigkeit der Umweltwahrnehmung. Ferner werden erweiterte Basistechnologien zur drahtlosen Kommunikation diskutiert. Van Laerhoven und Schiele gehen in ihrem Beitrag „Energieeffiziente Datenverarbeitung auf modularen Sensorknoten“ auf die Problematik der Datenübertragung bei Sensorknoten ein. Daraus resultiert die Notwendigkeit, Daten auf den Sensorknoten zu aggregieren und zu interpretieren.

Mit dem Beitrag von Bruder und Schiele verlassen wir die rein technisch geprägten Aspekte und widmen uns mehr den humanen Perspektiven. Im Beitrag „Intelligente Schnittstellen“ gehen die Autoren auf die Problematik der Mensch-Maschine-Interaktion ein, die viele unterschiedliche Interaktionsmodi und menschliche Fertigkeiten und Bedürfnisse berücksichtigen muss. Die wirtschaftlichen Aspekte werden im Beitrag von Buxmann, Pfohl und Rürup „AmbientWeb – eine ökonomische Perspektive“ beleuchtet. Diese reichen von der Betrachtung, wie Ambient Intelligence eine rasch alternde Gesellschaft unterstützen kann, über die Wirtschaftlichkeit von Ambient Intelligence in der Logistik bis zu den notwendigen Anreizsystemen, um Ambient Intelligence sowohl für Konsumenten als auch für Anbieter attraktiv zu machen. Den letzten Beitrag dieses Themenhefts verfassen ein Philosoph und ein Soziologe. Nordmann und Schmiede gehen in „Ethische und soziale Implikationen von Ambient Intelligence“ auf wesentliche Fragestellungen ein, die parallel zu den technischen erforscht und beantwortet werden müssen.

Eine interessante Lektüre mit vielen neuen Anregungen wünscht Ihnen

Prof. Alejandro Buchmann, Ph.D.

# Inhaltsverzeichnis

## Ambient Intelligence – Forschung und Anwendung

José Encarnação/Max Mühlhäuser/  
Reiner Wichert

Ambient Intelligence ist ein Mega-Forschungsthema auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnologien. Eine Einführung.

Seite 4

## Architektur für Ambient Intelligence

A. Buchmann/M. Mezini/A. Schürr

Es gibt nicht eine einzige Architektur für ein Ambient Intelligence-System. Heterogenität und Dynamik der Komponenten müssen berücksichtigt werden.

Seite 12

## Middleware für Ambient Intelligence

A. Buchmann/M. Mühlhäuser/N. Suri

Middleware ist die zentrale Software für Ambient Intelligence. Sie bietet standardisierte Schnittstellen für Management-Anforderungen.

Seite 16

## Ambient-Intelligence: Neue Herausforderungen für die IT-Sicherheit

Claudia Eckert

Die Informationstechnologien haben unseren Alltag längst durchdrungen. Neue Sicherheitsvorkehrungen für IT-Systeme sind notwendig.

Seite 22

## Ubiquitär verfügbare Kommunikationsdienste

Ralf Steinmetz/Alex B. Gershman/Matthias  
Hollick/ Wolfgang Johannsen/Anja Klein

Drahtlos und barrierefrei überall kommunizieren: Elektronische Geräte, Sensoren und Kommunikationsmittel verschmelzen zu einer neuen Netzarchitektur.

Seite 28

## Impressum

thema Forschung 1/2007

**Herausgeber:** Präsident  
der TU Darmstadt

**Redaktion:** Jörg Feuck

**Moderation:** Prof.  
Alejandro Buchmann, Ph.D.

**Verlag:** Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel. 0 62 43/90 90

**Layout:** Kirberg Design,  
Hunfelden

**Druck:** VMK Druckerei,  
Monsheim

## Energieeffiziente Datenverarbeitung auf modularen Sensorknoten

Kristof Van Laerhoven/Bernt Schiele

Ein neues Sensormodul abstrahiert Daten, um menschliche Aktivitäten zu erkennen. Ein Feld etwa für die Medizin und Psychotherapie.

Seite 34

## Intelligente Schnittstellen

Ralph Bruder/Bernt Schiele

Helfen sollen sie, nicht behindern: Dienste und Geräte des AmbientWeb müssen intuitiv nutzbar und allgemein gebrauchstauglich sein.

Seite 40

## AmbientWeb

### – Eine ökonomische Perspektive

Peter Buxmann/Hans-Christian Pfohl/Bert Rürup

Mit AmbientWeb ließen sich die Kosten im Gesundheitswesen deutlich senken. Lohnen sich deshalb Investitionsanreize?

Seite 44

## Ambient Intelligence – ethische und gesellschaftliche Herausforderungen

Alfred Nordmann/Rudi Schmiede

Der Mensch nutzt eine kaum wahrnehmbare Technik: Wo verlaufen Grenzen, wo geht informationelle Selbstbestimmung verloren?

Seite 48

## Elektromechanische Systeme in der Medizintechnik

Stephanie Klages/Jacqueline Rausch/Roland Werthschützky

Mikromechatronik hält Einzug in die Medizin: Sensoren und Aktoren ermöglichen immer präzisere, schonende Eingriffe.

Seite 52

## Lagerlose Motoren als Hochdrehzahlantriebe

Tobias Schneider/Andreas Binder

Kaum Wartung und Verschleiß: Der hochdrehende lagerlose Motor etabliert sich.

Seite 64

Inserentenverzeichnis

Seite 63



# Ambient Intelligence – Forschung und Anwendung

José Encarnação/Max Mühlhäuser/Reiner Wichert

Ambient Intelligence (Aml) ist seit über fünf Jahren das dominierende Thema konzertierter Forschungsanstrengungen der Europäischen Union im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über diesen Themenbereich als Einführung zu den vertiefenden Beiträgen des Themenheftes. Hintergrund und Visionen von Aml werden kurz beleuchtet, die wichtigsten gebräuchlichen Begriffe werden erläutert und die wesentlichen Herausforderungen der Forschung in gebotener Kürze systematisch dargestellt. Zwei in Darmstadt entwickelte, sich ergänzende Referenzarchitekturen und darauf basierende Entwicklungsumgebungen und Beispielanwendungen werden vorgestellt, um das Verständnis des Gebietes zu vertiefen. Über die Beispielanwendungen hinausgehend wird zum Schluss kurz auf die aus Kosten-Nutzen-Sicht zu erwartende Durchdringung von Anwendungsfeldern eingegangen.

**Ambient Intelligence – research and applications** The European Union defined Ambient Intelligence (Aml) to be the key subject of their ambitious research framework programme for information and communication technologies. The following article provides an overview about this field in preparation for the remaining articles of this special issue. Background and visions of Aml are sketched, relevant terms and key research challenges are highlighted. Two complementary reference architectures, both developed in Darmstadt, are briefly introduced; together with corresponding development environments and sample applications, their description is intended to deepen the understanding of Aml. Beyond these sample applications, the conclusions list important application domains from a cost-benefit point of view.

## Hintergrund und Visionen

Seit Jahrzehnten halten Computerchips Einzug in Alltagsgegenstände: moderne Autos beinhalten an die hundert Mikroprozessoren, jedes elektrische Gerät bis hin zum Garagentoröffner enthält digitale Schaltungen, selbst Sicherungsetiketten für Kaufhausware sind als Funkchips ausgeführt. Seit wenigen Jahren aber findet eine ergänzende Entwicklung statt, die vielfach als revolutionär gewertet wird: Die Mikroprozessoren sind zunehmend untereinander und mit dem globalen Internet vernetzt. So wird es denkbar, Milliarden von Spezialcomputern zu einem großen Ganzen zu integrieren – eine Veränderung, die oft plakativ mit dem Leistungsunterschied zwischen Einzellern und hoch entwickelten Gehirnen verglichen wird. Dabei treten an die Stelle der heute überall sichtbaren Standardcomputer zukünftig unsichtbare – d.h. in Alltagsgegenstände integrierte – Überallcomputer. So wird die vernetzte „Computerintelligenz“ unsichtbarer, aber integraler Bestandteil unserer Umgebung, unseres Ambiente: daher der Begriff Ambient Intelligence.

Ambient Intelligence bezeichnet ein neues Zeitalter der Informatik bzw. der konvergierenden Informations-, Kommunikations- und Medientechnologien. Der Umbruch findet wie immer schrittweise und über Jahre hinaus statt, viele technologische Voraussetzungen sind gegeben, aber viele wichtige Forschungsfragen müssen auch noch weitergehend gelöst werden. Die Europäische Union hat das klar erkannt und stellt auch ihr neues Forschungsrahmenprogramm für Informations- und Kommunikationstechnik unter dieses Motto.

## Herausforderungen in der Forschung

AmI als umfassende Technologie befindet sich in einem interessanten Spannungsfeld: einerseits ist die prognostizierte Entwicklung unaufhaltbar, denn vernetzte – portable oder in der Umwelt eingebettete – Überallcomputer aller Art werden immer verbreiteter; andererseits sind noch erhebliche Hürden zu überwinden, bis aus vernetzten Überallcomputern auf breiter Basis ein gemeinsames Ganzes wird, das die Bezeichnung Ambient Intelligence verdient. Die beiden Teilbegriffe geben auch die wesentlichen Herausforderungen wieder:

- *Ambient* weist darauf hin, dass die Überallcomputer als integraler Bestandteil unserer Umwelt erfahren werden, sie werden quasi unsichtbar. Wenn man sich aber als Kontrast dazu vorstellt, von zig oder hunderten heutiger Computer umgeben zu sein, die mit Mäusen und Tastaturen bedient werden müssen, mittels Konfigurations-Assistenten, Anmelde-masken usw. umständlich auf die Benutzung vorbereitet werden müssen, komplexe Menüs anbieten, Virenschutz und Versions-Aktualisierung erwarten, dann wird klar, dass ein Quantensprung im einfachen Umgang mit diesen Systemen erforderlich ist; user-centered design bezeichnet dabei den Ansatz, den Menschen ins Zentrum der Systementwicklung (nicht aller Interaktionen!) zu stellen, die Systeme automatisch im höchsten Maße an individuelle Nutzer anzupassen und die Aufmerksamkeit der

Nutzer nur so weit wie unbedingt erforderlich zu beanspruchen.

- *Intelligence* steht für eine Integrationsleistung in dem Sinn, dass aus Einzelteilen ein sehr viel sinnvollerer Ganzes entsteht. Dabei ist nicht vordringlich an zentrale, alles zusammenführende Instanzen zu denken; die „Intelligenz“ kann so verteilt sein wie in einem losen biologischen oder sozialen Gefüge (Schwarm, Staat etc.).

Die Anforderungen an Informatik bzw. IuK-Technologien lassen sich konkreter beschreiben, wenn man die beiden genannten Herausforderungen weiter unterteilt. Die dabei wichtigen Forschungsfelder bezeichnen wir nachfolgend mit Begriffen, deren Anfangsbuchstaben zusammen das Wort **SCALE** ergeben, ein Hinweis auf die enorme Größe (potenziell weltumspannend), die ein Netz aus Überallcomputern erreichen kann; dabei sind die ersten beiden (S,C) eher der Integrationsleistung (Intelligence) zuzurechnen, die anderen (A,L,E) eher dem Quantensprung in der Einfachheit und intuitiven Bedienung (Ambient), mit Überlappungen:

- *Scalability* bezeichnet Forschung, die zur Beherrschung der enormen Größe erforderlich ist. Das Internet mit rund einer Milliarde vernetzter Computer wächst dadurch explosionsartig, dass jedes Individuum von Hunderten, später Tausenden vernetzter Computer (z.B. Sensoren) umgeben sein wird. Neue Algorithmen und Ansätze sind notwendig, die weitgehend ohne zentrale Komponenten auskommen und ihre kollektiven Eigenschaften durch autonomes Verhalten erreichen. Man spricht von Selbst-Konfiguration, Selbst-Heilung usw., (Self-X-Eigenschaften) oder von Autonomic Computing. Vielfach werden große ‚natürliche‘ Systeme als Vorbilder genommen (Bionik, Sozionik). Globale Skalierbarkeit beinhaltet auch die Fähigkeit von Komponenten und Anwendungen, sich bei weltweiter Nutzung lokalen Gegebenheiten bzw. Kooperationspartnern anzupassen; hierfür werden in der Semantic Web-Forschung wichtige Grundlagen gelegt.
- *Connectivity* steht zunächst für die physische Verbindung zwischen Überallcomputern mit minimalem Aufwand, wofür vornehmlich drahtlose Netztechnologien verwendet werden, deren Bandbreiten- und Strom-Hunger im Widerstreit mit den begrenzten (Batterie-)Kapazitäten stehen. Sie stellen eine Forschungsherausforderung für sich dar (man denke an Sensoren, die über die gesamte Lebensdauer wartungsfrei bleiben und ohne Stromanschluss auskommen sollen). Connectivity steht auf höheren Ebenen aber auch für alles, was der skalierbaren Kooperation zwischen Komponenten dient. Dazu gehören verteilte Systemarchitekturen (Peer-to-Peer-Netzwerke, Publish-Subscribe-Middleware, usw.) sowie Ansätze zum spontanen Aufbau kooperierender Komponenten-Ansammlungen ohne manuelle Konfiguration (Service Discovery). Hierzu werden Geräte einer neuen Generation benötigt, die ihre Fähigkeiten der Umgebung mitteilen, sobald sie in diese Umgebung eintreten.
- *Adaptivity* bezeichnet Forschung mit dem Ziel, die Interaktion zwischen Mensch und Überallcomputern optimal anzupassen und zu vereinfachen: erstens an den Kontext der Benutzung (context aware computing), der potentiell aus einer Vielzahl

von Informationen besteht (Aufenthaltsort, Umgebungslärm, verfügbarer Aufmerksamkeitsgrad, verrichtete Tätigkeit, etc.), zweitens an den Benutzer selbst (user modeling, intelligent user interfaces) wobei sich Forschungsarbeiten vor allem darin unterscheiden, wie weitgehend und detailliert die Benutzermodellierung gelingt.

- Liability wird als Begriff bewusst an Stelle von IT-Sicherheit verwendet. Heutige Ansätze der IT-Sicherheit sind für Ambient Intelligence unzureichend, weil sie auf ungeeigneten Voraussetzungen beruhen (beschränkte Skalierbarkeit durch Verwendung zentraler Instanzen, Eignung nur für die typischen Frequenzen von Mensch-Maschine- statt Maschine-Maschine-Kommunikation, Annahme vertrauenswürdiger lokaler Systeme bei Ende-zu-Ende-Sicherheit u.v.a.), für permanenten Gebrauch durch Menschen nicht benutzerfreundlich genug sind und auf konkurrierende Ziele (z.B. Nachvollziehbarkeit für Strafverfolgungsbehörden versus Privatheit) nicht flexibel genug eingestellt werden können. Ferner sind über die IT-Sicherheit hinausgehende Aspekte zu beachten, z.B. Abrechnungs- und Gewährleistungsmechanismen, die weit über den Stand der Technik in Telekommunikationsnetzen hinausgehen, aber auch Haftungsfragen, wenn Geräte für den Menschen agieren.
- EaseOfUse bezeichnet Anstrengungen, um Menschen ins Zentrum der Systementwicklung zu stellen; eine wesentliche Herausforderung ergibt sich daraus, dass zum ersten Mal in der Computergeschichte nicht ein einziges Interaktionskonzept dominiert: heute muss sich ein integriertes System an die jeweils verfügbare bzw. bestgeeignete Kombination von Endgeräten und Interaktionskonzepten anpassen. Die Oberklasse „Auge-und-Hand-Interaktion“ (Visualisierung und haptische Eingabe) entwickelt sich zu erweiterten Realitäten und zur Immersion in virtuelle Welten, während die Oberklasse „Ohr-und-Mund-Interaktion“ vor allem dort Bedeutung gewinnt, wo Nutzer Auge und Hand manuellen Verrichtungen widmen müssen (Autofahrer, Techniker, etc.). Zunehmend werden natürlichsprachliche Benutzerschnittstellen machbar. Die verwendeten Techniken, namentlich NLP (natural language processing) haben große Fortschritte gemacht und spielen gleichzeitig eine Schlüsselrolle beim „Computerverstehen“.

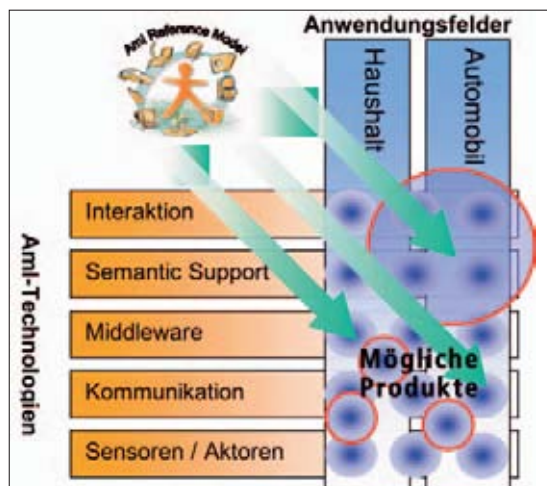


Abb. 1  
Kombinierte Schlüsseltechnologien der AmI-Referenzarchitektur führen zu unterschiedlichen Ambient-Intelligence-Produkten.

Combinations of key technologies in the reference architecture lead to different Ambient Intelligence products.

Die vorstehende Einteilung und Aufzählung macht Breite und Tiefe der in AmI zusammenfließenden Forschungsbereiche deutlich und zeigt, dass AmI nicht zu Unrecht das zentrale Forschungsthema der EU repräsentiert.

## Referenzarchitekturen und Anwendungen

Um die vielfältigen Forschungsfragen integriert bearbeiten zu können, aber auch um fortgeschrittene integrierte AmI-Anwendungen entwickeln zu können, bedarf es neuartiger Entwicklungs- und Ausführungsumgebungen. Als Basis solcher neuen AmI-Umgebungen dienen Referenzarchitekturen, an denen sich die erforschten Konzepte integriert verankern lassen. Solche Referenzarchitekturen bilden einen wichtigen Ausgangspunkt für künftige weltweite Standards. Zwei sich ergänzende Referenzarchitekturen, die in Darmstadt entwickelt wurden, und darauf aufbauende Anwendungen werden nachfolgend kurz skizziert.

**AmI-Referenzarchitektur:** Am Fraunhofer-IGD in Darmstadt wurde eine allgemeine AmI-Referenzarchitektur entwickelt; ihre Umsetzung stellt eine technologische Plattform dar, die unterschiedliche technische Lösungen integriert, um die Entwicklung von vielfachen AmI-Anwendungen zu ermöglichen.

Die folgenden Schlüsseltechnologien lassen sich domänenübergreifend identifizieren: Middleware zur Integration von Geräten und Technologien unterschiedlichster Hersteller und Standards; Kommunikationstechnologien und -methoden zur Gewährleistung der Bedürfnisse an Dynamik und Selbstorganisation der beteiligten Geräte und Smart Players (der Akteur, der im Mittelpunkt der Betrachtung steht); neuartige Sensoren und Aktoren zur Erfassung der Umwelt und zur Steuerung der in der Umgebung befindlichen Geräte; Technologien für Semantic Support, die auf Basis semantischer Beschreibung den Zustand der Umgebung interpretieren, geeignete Ziele und Aktionen inferieren und Handlungsstrategien ausführen; Interaktionstechnologien, die eine nahtlose Interaktion des Smart Players in seiner Umgebung ermöglichen.

Abb. 1 macht deutlich, dass die Fortentwicklung der beteiligten Schlüsseltechnologien Fortschritte in unterschiedlichsten wissenschaftlichen und technologischen Gebieten erfordert, auch über die oben genannten Bereiche der Informationstechnologien (z.B. Semantische Beschreibungssprachen, Künstliche Intelligenz) hinaus. Hier sind unter anderem zu nennen: Micro- und Nanotechnologien, Embedded Systems (z.B. intelligente Textilien), Mensch-Technik-Interaktions-Technologien (z.B. berührungsempfindliche Displays, Spracherkennung, Gestikerkennung), Sensortechnologien, Technologien zur Erhöhung der Energieeffizienz. Eine erfolgreiche Weiterentwicklung der Schlüsseltechnologien in eine AmI Umgebung kann nur auf der Basis eines Referenzmodells und im Zusammenspiel verschiedener Disziplinen und Kompetenzen erfolgen. Dieser Ansatz betont den integrativen Charakter und den gesamtheitlichen Ansatz von Ambient Intelligence.

**Anwendung „PECo – integrierter Zugriff auf Umgebungsressourcen“:** Betrachtet man Multimedia-Umgebungen wie beispielsweise moderne Konfe-





Optimale Lösungen für  
Labor & Analytik

## ALPHAGAZ™

- ✓ Definierte Qualität
- ✓ Reproduzierbare Reinheit
- ✓ Garantierte Produktqualität
- ✓ Sichere Rückverfolgbarkeit
- ✓ Ergonomisch und sicher

## Qualität, die sich auszahlt!

AIR LIQUIDE Deutschland GmbH  
Gutenbergstraße 4-6 · 64319 Pfungstadt · Tel. (06157) 9864-0 · Fax (06157) 9864-66 · www.airliquide.de



renzzräume, so stellt man fest, dass bereits heute dutzende intelligente Geräte in solchen Umgebungen existieren. Das digitale Assistenzsystem PECo zielt darauf ab, dem Menschen einen persönlichen Bedienungsassistenten zur Verfügung zu stellen, mit dem er die unterschiedlichen Geräte auf unkomplizierte Weise bedienen kann. PECo erlaubt dazu eine direktmanipulative Interaktion mit unbekanntem Strukturen der realen Umgebung. Gleichzeitig unterstützen die in PECo integrierten, neuartigen Software-Komponenten den Anwender, indem er auf verteilt gespeicherte persönliche Multimedia-Daten wie Texte, Graphiken oder auch Videosequenzen zugreifen kann. Ferner „merkt“ sich das ausgereifte System die Eigenheiten des Nutzers und steuert die Geräte beispielsweise in der Lautstärke oder Helligkeit, die der Betreffende normalerweise bevorzugt. Somit kann er die multimediale Koordination im Konferenzraum – ob Beamer, Raumbeleuchtung, Mikrofon oder Display – intuitiv steuern und seine Inhalte, beispielsweise Präsentationen oder Videoclips, problemlos präsentieren oder bearbeiten.

**Anwendung „DynAMITE – Selbstorganisierende Software-Infrastruktur“:** Häufig besteht eine technische Infrastruktur in Privathaushalten aus heterogenen Geräten, die sich zudem durch eine starke Veränderungsdynamik auszeichnen. Trotzdem sollen und müssen sie miteinander kommunizieren und kooperieren, um die Ziele und Vorgaben des Benutzers zu lösen. Dies stellt neue Herausforderungen an

die zu Grunde liegenden Software-Infrastrukturen. Diese Software-Infrastrukturen müssen die Autonomie jedes Einzelgerätes gewährleisten, jedoch auch die nahtlose Integration in bereits bestehende Geräteverbünde garantieren können. Weitere Voraussetzungen, die eine solche Software-Infrastruktur erfüllen muss, sind die Vermeidung zentraler Komponenten, die dynamische Integration von neuen Geräten, die Entfernbarkeit von Geräten und die Auflösung von Konflikten im Falle konkurrierender Geräte. Neben der technischen Vernetzung der Geräte steht dabei aber immer im Vordergrund, dass der Benutzer nicht mit zu vielen technischen Fragestellungen und Entscheidungen belastet werden soll und dass die Geräte miteinander vernünftig im Sinne der Benutzer kooperieren.

Im Rahmen des vom Bundesforschungsministerium geförderten Projekts DynAMITE wurde eine verteilte Software-Infrastruktur für die spontane Kooperation von Geräten entwickelt. Sie unterstützt Komponententopologien, die einem Datenflussmodell unterliegen. Die unterschiedlichen Komponentenebenen sind durch semantische Kanäle miteinander verbunden, die die Anwendung von spezifischen Strategien zur Nachrichtenverteilung erlauben. Diese Strategien können im Falle konkurrierender Komponenten eingesetzt werden und die Kooperation von Komponenten bzw. die Zerteilung von Nachrichten in Teilnachrichten bewirken, so dass unterschiedliche Komponenten gemeinsam ein Benutzerbedürfnis erfüllen können.



Abb. 2  
Interaktion in einer dreidimensionalen Umgebung unterstützt den Benutzer bei seinen realen Aktivitäten.

Interaction in a 3D environment supports the user in his daily activities.

Abb. 3  
MUNDO-Referenzarchitektur  
MUNDO-Reference Architecture



**Referenzarchitektur MUNDO:** Die oben vorgestellte AmI-Referenzarchitektur des Fraunhofer-IGD stellt quasi den Blick „von der Seite“ auf die AmI-Welt dar, die Referenzarchitektur MUNDO, entwickelt am Fachgebiet Telekooperation der TU Darmstadt, ergänzt dies durch einen Blick „aus der Vogelperspektive“: Sie beschreibt ein Konzept, nach dem die in einer AmI-Welt kooperierenden autonomen Komponenten in Funktionsklassen eingeteilt werden können: a) da bei AmI der Mensch im Zentrum steht, kommt dem Miniaturgerät

ME (Minimal Entity) eine zentrale Bedeutung zu; es repräsentiert als „digitale Persona“ den Menschen gegenüber den anderen ihn umgebenden Überallcomputern; als einziges Gerät, dem der Nutzer voll vertraut, kontrolliert es die Weitergabe von Rechten und Funktionen an andere Geräte und übernimmt vielfältige Funktionen im Auftrag des Nutzers; sprachgesteuerte Bedienung ist jederzeit „an Bord“, bedarfsweise ergänzt um weitere Modalitäten; sensitive Kontextinformation wie der Aufenthaltsort des Nutzers wird nur im vom Nutzer erlaubten Maß weitergegeben; b) weitere Endgeräte (US: User asSocial) werden bei Bedarf spontan automatisch mit dem ME über ein spezielles Assoziations-Schema verbunden; c) in der Umgebung angetroffenen computergestützten Alltagsgegenständen (IT: Smart Item) vertraut das ME nur in streng limitiertem Umfang; d) mit anderen Nutzern, ebenfalls durch ein ME repräsentiert, kann spontan ein drahtloses Kooperationsnetz aufgebaut werden (WE: Wireless Environment); e) Die im Netz vorhandenen zahllosen Software-Dienste, welche die eigentliche „Power“ der AmI-Welt ausmachen, werden in logischen Overlay-Netzen zusammengefasst (THEY: Telecooperating Hierarchical

ovErlaYs): diese ‚virtuellen Netze im Netz‘ bilden die wesentliche ökonomische Einheit (vergleichbar einer Firma) des künftigen AmI-Internet.

**Anwendungsbereich Smart Environments:** Aufbauend auf MUNDO, der zugehörigen Middleware MUNDOCORE und einer ganzen Reihe auf AmI-Anwendungen zugeschnittenen Entwicklungswerkzeugen wurden Anwendungen entwickelt, die AmI-Nutzer im Alltag intelligent unterstützen. Ein Beispiel ist Smart Coffee Maker, eine um Sensoren erweiterte Abteilungs-Kaffeemaschine, welche im Verbund mit der intelligenten Umgebung und den (mit Funketiketten versehenen) Tassen den Benutzer sprachgesteuert bei verschiedenen Verrichtungen unterstützt, von der automatischen Bereitung des Lieblingskaffees und der automatischen Abrechnung bis zum Entkalkungsprozess. Dieses und weitere Systeme des Smart Environment dienen als Anschauungs- und Studienobjekte für Mensch-zentrierte intelligente und integrierte AmI-Anwendungen.

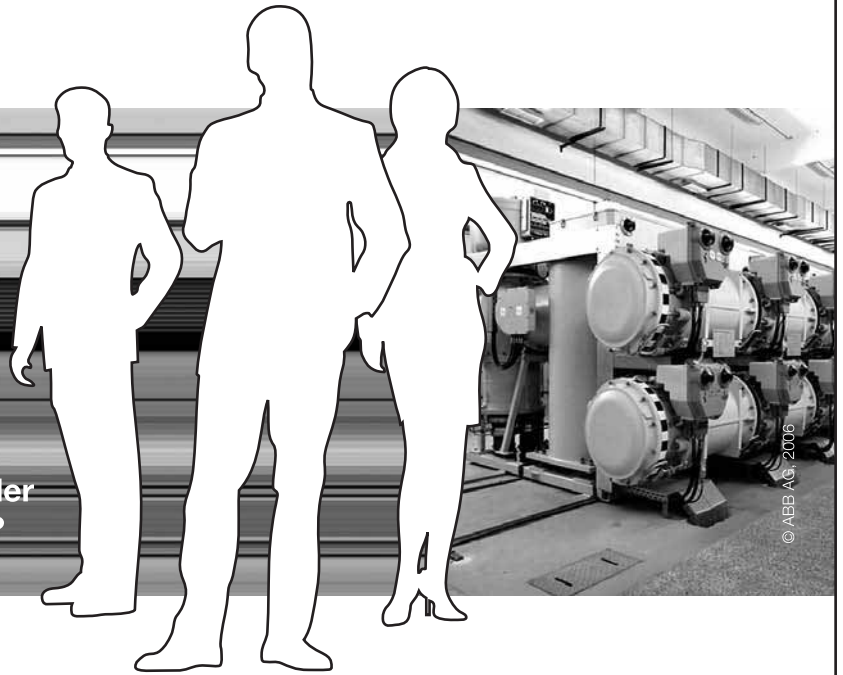
## Zusammenfassung und Prognose

Ambient Intelligence als globales Netz der Überallcomputer ist einerseits unaufhaltbar, andererseits in vielen Aspekten von Ambience (Verschmelzen mit der Umgebung, wodurch der Mensch ins Zentrum rückt) und Intelligence (durch Integration und Kooperation) noch eine Forschungs-Herausforderung. Die besprochenen Referenzarchitekturen und daraus abgeleiteten Entwicklungsumgebungen (Werkzeuge und Middleware) stellen einen Rahmen dar, in dem AmI-Forschungsergebnisse integriert, untersucht und zur Praxisreife weiterentwickelt werden können. Die Anwendungsfelder sind unbegrenzt; die größte Verbreitung ist aus ökonomischen Gründen zunächst in Firmen zu erwarten: der Umbau zu Realtime Enterprises ist infolge deutlicher Effizienz- und Qualitätsgewinne vermutlich der erste Bereich, in dem Investitionen in AmI-Technologie ökonomisch gerechtfertigt sind; eine zweite Speerspitze sind Smart Homes, wo der finanzielle Aufwand zunächst für drei Zielgruppen gerechtfertigt sein kann: für unsere alternde Gesellschaft kann AmI eine Verlängerung der Phase autonomer Lebensführung darstellen (was im Sinne von Lebensqualität und Einsparung an Betreuungsplätzen monetär bewertbar ist), im Bereich Energieoptimierung und Gebäudesicherheit lassen sich ebenfalls positive Kosten-Nutzen-Relationen darstellen; für potente Konsumgüter-Kunden als dritte Zielgruppe verspricht sich die Elektronikbranche aus AmI-Funktionalität Alleinstellungsmerkmale und damit Wettbewerbsvorteile. Auch im Gesundheitswesen stellt sich AmI-Technologie zunehmend als geeignet dar, um die konkurrierenden Ziele – bessere Versorgung und Kostensenkung – zu vereinen. Sind die genannten Bereiche mit AmI-Technologie erst einmal durchdrungen, dann wird auch die weitere Durchdringung fast aller Lebensbereiche erfolgen.

## Literatur

- [1] A. Aarts, J.L. Encarnacao (Eds.): True Visions – The Emergence of Ambient Intelligence; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.
- [2] M. Mühlhäuser, I. Gurevych (Eds.): Ubiquitous Computing for Real Time Enterprises; IDEA Publishers, Hershey, PA., USA (tbp), 2007.

Willkommen in der Welt von ABB



## Kann ich die Energieversorgung der U-Bahn in Neu Delhi projektieren?

### Ja. Als Mitarbeiter bei ABB.

ABB ist ein weltweit führender Konzern der Energie- und Automationstechnik. Das Unternehmen beschäftigt mehr als 100.000 Mitarbeiter in rund 100 Ländern, davon 11.600 in Deutschland. ABB entwickelt, fertigt und liefert Produkte, Systeme und Lösungen für Versorgungsunternehmen, die Prozess-, Fertigungs- und Konsumgüterindustrie sowie Großhandelskunden. Unsere Innovationen helfen den Kunden, ihre Leistung zu verbessern und die Umweltbelastung zu reduzieren.

## Für unseren Geschäftsbereich Energietechnik im Segment Hochspannungsprodukte suchen wir Sie zum nächstmöglichen Termin am Standort Hanau-Großauheim als

### Qualitätsingenieur (m/w) Gasisolierte Schaltanlagen

und als

### Qualitätsingenieur (m/w) für unsere Teilefertigungsprüfstelle

Als Qualitätsingenieur analysieren Sie interne und externe Qualitätsprobleme, erstellen die erforderlichen Berichte und Dokumentationen und entwickeln Konzepte und Maßnahmen zur Sicherstellung vorgegebener Qualitätsstandards. Ebenso erarbeiten Sie Systeme zur Fehlervermeidung/Prävention. Des Weiteren leiten Sie Maßnahmen zur Qualitätssicherung/-verbesserung ein, überprüfen diese und leiten ggf. Korrekturmaßnahmen ein. Dazu zählen auch Lieferantenaudits. Zur Weiterentwicklung von vorhandenen Verfahren, Methoden, Systemen und Prüfmitteln werten Sie qualitätsrelevante Daten aus.

Als Qualitätsingenieur für die gasisolierten Schaltanlagen verfügen Sie über ein Studium der Elektrotechnik und über ein ausgeprägtes Wissen in der Qualitätssicherung.

Als Qualitätsingenieur für unsere Teilefertigungsprüfstelle verfügen Sie über ein Studium des Maschinenbaus oder der Werkstofftechnik und idealerweise über Berufserfahrung vor dem Studium in einem metallverarbeitenden Beruf.

Wir erwarten Einsatzbereitschaft, Teamfähigkeit, Durchsetzungsvermögen und die Bereitschaft zum Reisen. Fundierte Kenntnisse in MS Office, erweiterte Grundkenntnisse in SAP R/3, die Beherrschung der englischen Sprache in Wort und Schrift sowie Kenntnisse in Prüfsoftware bringen Sie mit.

**ABB** bietet Ihnen interessante Aufgaben in einem hoch motivierten Team und einen offenen Kommunikationsstil.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann senden Sie uns bitte Ihre aussagefähigen Bewerbungsunterlagen mit Bezug auf die entsprechende Ausschreibung zu. Weitere Informationen finden Sie unter: **[www.abb.de/karriere](http://www.abb.de/karriere)**

ABB AG  
Energietechnik/Hochspannungsprodukte  
Herr Harald Gerlich  
Bereich Personal  
Brown-Boveri-Straße 30  
63457 Hanau-Großauheim  
Telefon 06181 / 50 9454  
[harald.gerlich@de.abb.com](mailto:harald.gerlich@de.abb.com)

**[www.abb.de](http://www.abb.de)**

## Die Fachgruppe Telekooperation

Am Fachgebiet Telekooperation wird erforscht, wie Menschen besser zielgerichtet mit vernetzten Computern zusammenarbeiten können. Im Zeitalter von Ambient Intelligence (auch: Ubiquitous Computing, Pervasive Computing) müssen insbesondere Menschen unterstützt werden, die nicht an einem PC-Arbeitsplatz tätig sind, sondern im Verlauf von Geschäfts- und Alltagsverrichtungen quasi beiläufig Computer nutzen. Diese Computer sind häufig in Gebrauchsgegenstände oder die Umgebung eingebettet oder repräsentieren autonome digitale Dienste bzw. proaktive Wissensquellen. Innovative Lösungen in diesem Umfeld erfordern koordinierte Forschungsbeiträge aus den klassischen Forschungsgebieten Mensch-Maschine-Interaktion, Rechnernetze und Verteilte Systeme, Softwaretechnik, IT-Sicherheit und Wissensverarbeitung. Das Fachgebiet Telekooperation erforscht ausgewählte Teilbereiche dieser großen Forschungsgebiete, die in ihrem Zusammenspiel die Herausforderungen moderner Telekooperation zu beherrschen versprechen.

**Prof. Dr. Max Mühlhäuser** ist Leiter des Fachgebietes Telekooperation und der Rechnerbetriebsgruppe des Fachbereichs Informatik; in leitenden Funktionen engagiert er sich unter anderem in der universitätsweiten interdisziplinären E-Learning-Forschung und in der Kooperation mit dem SAP-Forschungslabor in Darmstadt. Sein Forschungsinteresse gilt der Software für vernetzte, mobile, allgegenwärtige und multimediale Computer mit Anwendungen u.a. in den Bereichen E-Learning, mobile Commerce, Smart Environments und Web Engineering.

Prof. Dr. Max Mühlhäuser/Fr. N. Kocsandi  
Telefon.: 06151/16-3709, Fax: 06151/16-6597  
E-Mail: max@informatik.tu-darmstadt.de

## Das Fraunhofer-IGD

Die zentralen Aufgaben des IGD sind die Entwicklung von Produkten und Erstellung von Konzepten, Modellen und Umsetzungslösungen für die graphische Datenverarbeitung und ihre Anpassung an spezifische Anwendungsfälle. Wichtige neue Aspekte und Trends von Forschung und Entwicklung in der graphischen Datenverarbeitung sind beispielsweise Virtual und Augmented Reality, mobile computing und Sicherheitstechnologien und Interaktions- und Visualisierungskonzepte im Forschungsfeld Ambient Intelligence. Hier ist das Ziel des IGD die Unterstützung der Anwender bei der Bewältigung von Aufgaben im realen Umfeld mit Hilfe von Ubiquitous Computing und somit die Entwicklung von Lösungen für kohärent agierende Appliance-Ensembles zur Unterstützung der Alltagsaktivitäten der Nutzer.

**Jose Luis Encarnaçã**o studierte und promovierte an der TU Berlin. Nach seiner Tätigkeit als Abteilungsleiter beim Heinrich Hertz Institut in Berlin und einer Assistenzprofessur an der Universität des Saarlands wurde er 1975 an die Technische Hochschule Darmstadt berufen, wo er das Fachgebiet Graphisch Interaktive Systeme leitet. 1986/87 gründete er das Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung, das er bis Oktober 2006 geleitet hat. Prof. Encarnação ist Vorsitzender der INI Graphics Net Stiftung. E-Mail: jle@gris.informatik.tu-darmstadt.de

**Dr. Reiner Wichert** ist Leiter der Abteilung Interactive Multimedia Appliances am Fraunhofer-IGD, dessen Schwerpunkt sich im Forschungsumfeld Ambient Intelligence bewegt. Er ist Mitglied der Expert Group „Seamless Connectivity and Middleware“ der Europäischen Technologieplattform für Embedded Systems. Der Fokus des Interesses liegt vor allem auf der Selbstorganisation und einer nahtlosen Konnektivität von ad hoc-Geräteverbänden, einer Referenzarchitektur für Ambient Intelligence auf Basis einer dezentralisierten Middleware, sowie der Interaktion mit diesen verteilten Geräteverbänden.



## Procter&Gamble

Wer Spitzenprodukte anbietet, muss nicht nur den Konsumenten verstehen; er muss auch das Know-how besitzen, um aus Ideen konkrete Lösungen zu machen. Dass uns das gelingt, zeigt unser Erfolg: Procter&Gamble ist als Konsumgüterunternehmen weltweit führend.

In unserem Bereich R&D bedienen wir uns modernster Technologien und Techniken, unsere Wissenschaftler und Ingenieure sind technologisch auf dem neuesten Stand – ein Budget von jährlich 2 Mrd. US\$ liefert beste Voraussetzungen für ergebnisorientiertes Arbeiten. In diesem Umfeld bieten wir jungen Naturwissenschaftlern mit hohem fachlichen Anspruch und Gespür für das Machbare die Gelegenheit zu Praktika und Diplomarbeiten oder den Direkteinstieg. Bewerben Sie sich jetzt.

she likes it – that's your challenge

[www.PGcareers.com/ger](http://www.PGcareers.com/ger)



**Wir suchen** für die Übernahme zukünftiger Fach- und Führungsaufgaben

# TRAINEES

für die Bereiche

- Konstruktion
- Technischer Vertrieb
- Elektrotechnik/  
Automatisierung
- Entwicklung
- Service

**Wir bieten** vielfältige Einsatz- und Entwicklungsmöglichkeiten im Rahmen eines zwölfmonatigen Traineeprogramms (inkl. Auslandsaufenthalt).

**Wir fördern** und fordern Engagement, Flexibilität und die aktive, eigenverantwortliche Nutzung von Gestaltungsräumen.

**Wir erwarten** einen überzeugenden ingenieurwissenschaftlichen Hochschulabschluss (Diplom, Master, Bachelor). Sie verfügen über hohe Einsatzbereitschaft, Teamfähigkeit, Kommunikationsstärke, Belastbarkeit und Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung. Sie beherrschen die gängigen MS-Office-Tools und besitzen gute Englischkenntnisse.

Haben wir Ihr Interesse geweckt?  
Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

Bitte senden Sie Ihre vollständigen Unterlagen an das Personalwesen Hilchenbach.



Die SMS Demag ist weltweit mit einem Geschäftsvolumen von rund 1,5 Mrd. EUR führend auf dem Gebiet der Hütten- und Walzwerkstechnik für die Stahl- und NE-Industrie. Das Unternehmen gehört zur SMS group (Hütten- und Walzwerkstechnik, Rohr-, Profil- und Schmiedetechnik, Kunststofftechnik), die mit rund 9.250 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern einen Umsatz von ca. 2,33 Mrd. EUR erwirtschaftet.

## SMS DEMAG AG

Personalwesen Hilchenbach  
Herrn Dirk Zöller  
Wiesenstraße 30  
57271 Hilchenbach  
Telefon: +49 (0) 2733 29-2788  
E-Mail: dirk.zoeller@sms-demag.com

Internet: [www.sms-demag.com](http://www.sms-demag.com)

**MEETING your EXPECTATIONS**



# Architektur für Ambient Intelligence

A. Buchmann/M. Mezini/A. Schürr



Die Architektur ist das zentrale Element eines durchgängigen und Domänen übergreifenden Ambient Intelligence-Systems. Die Heterogenität der Komponenten, die Dynamik der Systeme und die historisch gewachsenen Teillösungen verhindern die Definition einer einzigen Architektur. Statt dessen zielt die Lösung, die wir verfolgen, auf ein Architektur-Rahmensystem, in dem Funktionalität auf unterschiedliche Technologien abgebildet werden kann und heterogene Komponenten und Technologien kontrolliert zu spezifischen Architekturinstanzen komponiert werden können.

*Architecture for Ambient Intelligence The architecture is the central element of a holistic and domain independent solution to Ambient Intelligence. The heterogeneity of the components, the dynamic reconfiguration of the systems, and historically grown solutions make it impossible to define a single, all-encompassing architecture. Instead, a framework is needed, in which the required functionality can be mapped to different technologies, and heterogeneous components and technologies can be composed in a controlled manner into specific architecture instances.*

Ambient Intelligence strebt eine Vernetzung von Hard- und Software-Artefakten an, die uns durchgängig mit Dienstleistungen und Information versorgen und uns in unserem täglichen Leben unterstützen [1]. Um diese Vision in allen Lebensbereichen zu realisieren, ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Plattformen mit heterogenen Leistungseigenschaften erforderlich. Ressourcenreiche und ressourcenarme Geräte werden in dynamisch rekonfigurierbaren Umgebungen miteinander kombiniert [2]. Die Basis für eine Integration unter diesen extremen Bedingungen ist eine übergreifende Architektur, die das Zusammenspiel der Komponenten bestimmt, und eine Middleware, die für die Interaktion und Koordination der Komponenten und Dienste zuständig ist [3]. Wir analysieren die Anforderungen an die Architektur, das Zusammenspiel unterschiedlicher Technologien, das Rahmenwerk für Komposition von Architekturen und die Gewährleistung der funktionalen und nicht-funktionalen Eigenschaften.

### Hardware-Plattformen

Die Hardware für Ambient Intelligence kann in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Stationäre Geräte mit hoher Rechen- und Speicherkapazität, auf denen die Infrastruktur und viele Dienste laufen. Diese Geräte sind mit hoher Bandbreite vernetzt. Die Rechenkapazität im Bereich von Giga- bis Teraops/sec erfordert einen hohen Energieaufwand im Watt-Bereich. Die Energieeffizienz von 100-200 Gops/W ist bei eingebetteten Systemen nur durch Spezialisierung oder gezielte Einschränkung der Funktionalität zu erzielen.
- Nomadische Geräte, die jeder Benutzer mit sich trägt und die mit Batterien betrieben werden. Diese Geräte sind über adaptive, multimodale Funknetze vernetzt und bieten persönliche Konnektivität ins Internet. Die notwendige Sicherheit und multimediale Fähigkeiten dieser Geräte verlangen eine Rechenkapazität von 10-100 Gops bei einer Leistung im Milliwatt-Bereich.
- Autonome Sensoren beobachten und regeln ihre Umgebung und sind oft über Langzeitbatterien oder aus der Umwelt extrahierte Energie betrieben. Die beschränkte Energieversorgung im mWatt-Bereich erlaubt nur geringe Kommunikationsbandbreite (1bps bis 10 Kbps).

### Software-Plattformen

Objektorientierte Software-Umgebungen haben einen ersten Baustein für die Entwicklung von verteilten Systemen gelegt. CORBA, Java-RMI oder DCOM ermöglichen die hardwareübergreifende Entwicklung von Software. Für eingebettete Systeme sind diese SW-Umgebungen zu ressourcenintensiv und ungeeignet. Das führt oft zu kostspieligen ad-hoc Entwicklungen, die obendrein die Interoperabilität stark einschränken. Interoperabilität wird auch durch Inkompatibilität von Software-Umgebungen untereinander und durch die Entwicklung neuer Technologien beeinträchtigt. Serviceorientierte Architekturen ermöglichen durch standardisierte Schnittstellen und Dienstlokalisierung die Entwicklung von offenen, verteilten Anwendungen im Internet. Die serviceorientierten Ansätze

erlauben zwar Anwendungen flexibel zusammenzustellen, doch sind heute weder Dienstgüte noch Echtzeitanforderungen von AmI garantiert.

### Software-Architektur

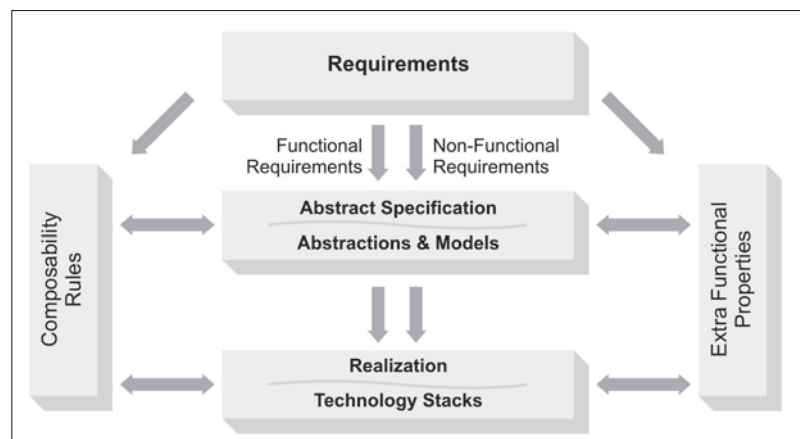
Die Software-Architektur definiert die Struktur des Systems und bestimmt die Interaktion der Komponenten. Die Architektur dokumentiert einerseits die Struktur und Evolution eines Systems, andererseits ist sie aber auch ein Laufzeit-Artefakt, mit dessen Hilfe das dynamische Verhalten und die Konsistenz des Systems dargestellt werden können. AmI-Umgebungen sind durch ihre Dynamik geprägt. Diese Systemdynamik umfasst die Mobilität der Geräte, die Rekonfigurierbarkeit des Systems durch Verschwinden und Erscheinen von Knoten, die Evolution von einzelnen Knoten, die Heterogenität der Komponenten und deren proaktives Verhalten, um das System der Intention der Nutzer anzupassen.

Ungenügend werden in existierenden Architekturansätzen die nicht funktionalen Eigenschaften, wie z. B. Skalierbarkeit, Performanz, Sicherheit oder Zuverlässigkeit berücksichtigt. Es ist jedoch in der Architektur, wo die relevanten Design-Entscheidungen getroffen werden, die die Qualitätsmerkmale bestimmen. Diese sind in AmI besonders wichtig, da sie die Grundlage des Vertrauens der Nutzer sind.

Eine Reihe von Projekten haben Architekturansätze für eng umrissene Anwendungsgebiete vorgeschlagen, sei es intelligente Wohnungen, Fahrzeuge, Arbeitsumgebungen oder im Gesundheitsbereich [4,5,6,7, 8,9,10]. Ungelöst ist bisher das Problem von durchgängigen Ansätzen, die Anwendungsbereiche überspannen und technologieinvariant sind. Unterschiedliche Anwendungsbereiche stellen stark divergierende Anforderungen: Stationäre Lösungen in der Wohnung sind grundsätzlich anders aufgebaut als mobile Lösungen in öffentlichen Räumen oder Verkehrsmitteln. Bestehende Ansätze bauen auf einer bestimmten Technologie auf, die aber mit anderen, konkurrierenden Technologien inkompatibel ist. Erschwerend kommt hinzu, dass die Lebenszyklen von IT-Produkten sehr viel kürzer sind als die Lebenszyklen von mechanischen Produkten. Dadurch müssen mehrere Generationen einer IT-Technologie koexistieren.

Ziel der AmI-Architektur ist nicht, eine umfassende Architektur zu definieren. Hingegen ist ein Architekturrahmen erforderlich, der es erlaubt, unterschiedliche, historisch gewachsene Architekturen zu inte-

Abb. 1 Architektur-Rahmensystem für AmI  
Architecture Framework for AmI



grieren, aber auch neue Architekturen abzuleiten und mit spezifischen Technologien abzusichern.

Im AmbientWeb, dem Aml-Projekt der TU Darmstadt, wird so ein Architekturrahmen entwickelt. Abb. 1 skizziert das Zusammenspiel der verschiedenen Abstraktionsebenen. Der erste Schritt ist ein klares Verständnis der Anforderungen aus den unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Die Anforderungen können von bestehenden Projekten oder aus relevanten Anwendungsszenarien abgeleitet werden. Daraus ergeben sich sowohl die funktionalen als auch die nicht-funktionalen Anforderungen. Diese müssen erst in einer abstrakten Architektur abgebildet werden. Diese bestimmt die Interaktionsmodi der Komponenten und die Struktur des Systems, beschreibt diese jedoch unabhängig von spezifischen Technologien. Beispielweise kann man auf dieser Ebene definieren, wie Sensorsignale weitergeleitet werden sollen. Das könnte z.B. eine ereignisbasierte Interaktion mit einem Publish-Subscribe-Notifikationsmechanismus erfordern. Auf der nächsten Ebene, der Realisierungsebene, werden dann die entsprechenden Technologiestacks definiert, z. B. JMS, und spezifische Produkte identifiziert, z.B. JBoss oder WebSphere. Diese schichtweise Konkretisierung der Spezifikation wird durch die entsprechenden Kompositionsregeln und die erzielbaren nicht-funktionalen Eigenschaften ergänzt.

Die nicht-funktionalen Eigenschaften werden auf allen Abstraktionsebenen einbezogen. Zum Beispiel muss man auf der abstrakten Architekturebene festlegen, dass der Notifikationsmechanismus eine verteilte Brokerinfrastruktur erfordert, um die Skalierbarkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen zu erfüllen. Diese Eigenschaft muss dann von den spezifischen Technologien und Produkten erfüllt werden. Gegebenenfalls disqualifizieren diese Qualitätsanforderung und die Architekturentscheidung ein Produkt oder eine ganze Technologie, z. B. wenn das Brokersystem zentralisiert ist und daher einen Flaschenhals oder einen single point of failure darstellt.

Die Komposition von Architekturelementen erfolgt nach Kompositionsregeln. Diese müssen für alle Abstraktionsebenen und funktionale Schichten (z.B. Anwendung, Middleware oder Kommunikationsschicht) definiert werden. Entsprechend gibt es Kompositionsregeln, die innerhalb einer Abstraktionsebene und funktionalen Schicht definiert sind (z.B. für die Komposition von Kommunikationsdiensten mit unterschiedlichen Implementierungen). Andere Regeln definieren die Komposition zwischen Abstraktionsebenen (z.B. die Abbildungsregeln von ereignisbasierter Interaktion auf Warteschlangen oder Publish/Subscribe). Kompositionsregeln zwischen funktionalen Schichten definieren z.B., wie ein Publish-Subscribe-Notifikationsdienst mit dem darunterliegenden Kommunikationssystem interagiert.

Die Kompositionsregeln bestimmen auch, welche nicht-funktionale Eigenschaften in einer Komposition erzielbar sind. So kann die Komposition eines transaktionalen Systems mit einem nicht-transaktionalen nur eingeschränkte Konsistenzgarantien geben. Die nicht-funktionalen Eigenschaften einer Architektur vorauszusagen, die aus der Komposition von heterogenen Komponenten hervorgeht, ist eine der größten Herausforderungen und ein weit offenes Forschungsgebiet.

## Fazit

Die Architektur ist das zentrale Element eines durchgängigen und Domänen übergreifenden Aml Systems. Die Heterogenität der Komponenten, die Dynamik der Systeme und die historisch gewachsenen Teillösungen verhindern die Definition einer einzigen Architektur. Statt dessen zielt die Lösung, die wir verfolgen, auf ein Architektur-Rahmensystem, in dem Funktionalität auf unterschiedliche Technologien abgebildet werden kann und heterogene Komponenten und Technologien kontrolliert zu spezifischen Architekturinstanzen komponiert werden können.

## Literatur

- [1] Aarts, E., Encarnacao, J.L.; „True Visions: The Emergence of Ambient Intelligence“, Springer, Heidelberg, 2006.
- [2] Aarts, E., Rooves, R.; „Embedded System Design Issues in Ambient Intelligence“, in T. Baste, M. Geilen, H. de Groot (eds.) „Ambient Intelligence Impact on Embedded System Design“, Kluwer, Boston, 2004.
- [3] Georgantas, N., Inverardi, P., Issarny, V.; „Software Platforms“, in (1), pp 149-168.
- [4] Easy Living, Microsoft Research, <http://research.microsoft.com/easyliving/>
- [5] Aura, Pervasive Computing Initiative of the Carnegie Mellon University, [www-2.cs.cmu.edu/~aura/](http://www-2.cs.cmu.edu/~aura/)
- [6] Gaia, University of Illinois at Champaign-Urbana, <http://gaia.cs.uiuc.edu/>
- [7] Oxygen, MIT, [www.oxygen.lcs.mit.edu](http://www.oxygen.lcs.mit.edu)
- [8] Holmquist, L., Mattern, F., Schiele, B., Alahuhta, P., Beigl, M., Gellersen, H.; „Smart-Ist Friends: A Technique for Users to Easily Establish Connections between Smart Artefacts“, Proc. Ubicomp, Atlanta, 2001.
- [9] CoolTown, HP-Labs, <http://www.hpl.hp.com/archive/cooltown/>
- [10] Cilia, M., Hasselmeier, P., Buchmann, A.; „Profiling and Internet Connectivity in Automotive Environments“, Proc. VLDB'02, Hong-Kong, China, August 2002.

## Das Fachgebiet Datenbanken und Verteilte Systeme

Das Fachgebiet Datenbanken und Verteilte Systeme befasst sich mit Informationsmanagement und Informationsintegration in großen, verteilten Software-Systemen. Besondere Schwerpunkte bilden ereignisbasierte Systeme, RFID und drahtlose Sensornetze, Peer-to-Peer- Systeme und Ambient Intelligence.

**Alejandro Buchmann** studierte an der Nationalen Universität Mexico (UNAM) und der University of Texas, Austin, wo er 1980 promovierte. Er war Professor an der UNAM von 1980 bis 1986, danach in der Industrieforschung bei Computer Corporation of America/Xerox Advanced Information Technology und GTE Laboratories in den USA. Seit 1991 ist er Professor am Fachbereich Informatik der TU Darmstadt, wo er das Fachgebiet Datenbanken und Verteilte Systeme leitet.

E-Mail: [buchmann@informatik.tu-darmstadt.de](mailto:buchmann@informatik.tu-darmstadt.de)

## Das Fachgebiet Softwaretechnik an der TU Darmstadt

Das Fachgebiet Softwaretechnik beschäftigt sich in Forschung und Lehre mit Methoden, Techniken und Werkzeugen zur Beherrschung der Komplexität großer Softwaresysteme. Dazu gehören der Entwurf modularer Softwarearchitekturen, geeignete Programmierparadigmen und intelligente Softwareentwicklungs- und Analyseumgebungen.

**Mira Mezini:** Studium der Informatik an der Universität Tirana, Albanien; 1997 Promotion an der Universität Siegen; 1997-2000 Assistenzprofessuren an der Northeastern Universität in Boston, USA und an der Universität Siegen; seit 2000 Universitätsprofessorin, Leiterin des Fachgebiets Softwaretechnik am Fachbereich Informatik der TU Darmstadt.

E-Mail: [mezini@informatik.tu-darmstadt.de](mailto:mezini@informatik.tu-darmstadt.de)





## Messeprogramm 2007\*

**EMV\*\*** 06.03. – 08.03.  
Internationale Fachmesse mit Workshop für Elektromagnetische Verträglichkeit

**Retro Classics** 09.03. – 11.03.  
Internationale Börse für Oldtimer, Classics, Motorräder, Ersatzteile und Restaurierung

**Ideenbörse Stuttgart\*\*** 15.03. – 16.03.  
Fachmesse für Marketing, Kommunikation und Vertrieb mit Direktmarketing-Kongress

**Invest** 16.03. – 18.03.  
Die Messe für institutionelle und private Anleger

**Trost-Schau\*\*** 17.03. – 18.03.  
Alles für Kfz-Profis

**Sicherheit + Automation** 29.03.  
3. Fachkongress für Sicherheit und Automation

**Intervitis Interfructa** 22.04. – 26.04.  
Internationale Technologiemesse für Wein, Obst und Fruchtsaft

**Europas größte Automobilzulieferfachmessen\*\*** 08.05. – 10.05.  
Automotive Testing EXPO, Engine EXPO, Vehicle Dynamics EXPO, European Automotive Components EXPO, Crash Test EXPO

**Personal\*\*** 22.05. – 23.05.  
Fachmesse für Personalwesen

**Fastener Fair Stuttgart\*\*** 19.09. – 20.09.  
Dedicated to the European fastener and fixing industry

**Neue Messe Stuttgart**  
Veranstaltungen auf dem neuen Messegelände

**MiNat** 12.06. – 14.06.  
Internationale Fachmesse für Feinwerktechnik, Ultrapräzision, Micro- und Nanotechnologien

**Blechexpo\*\*** 13.06. – 16.06.  
Die internationale Fachmesse für Blechbearbeitung und Fügetechnologie

**Schweisstec\*\*** 13.06. – 16.06.  
Internationale Fachmesse für Fügetechnologie

**Motek\*\*** 24.09. – 27.09.  
Die internationale Fachmesse für Montage und Handhabungstechnik

**Bondexpo\*\*** 24.09. – 27.09.  
Fachmesse für industrielle Klebetechnologie

**5. Industrial Ethernet Kongress** 26.09. – 27.09.  
mit Foyerausstellung – Lebende Netze

**Eltefa** 26.09. – 28.09.  
Fachmesse für Elektrotechnik und Elektronik

**Semicon Europa\*\*** 09.10. – 11.10.  
Int. Ausstellung von Halbleiter-Ausrüstungen und -Materialien

**Parts2clean\*\*** 09.10. – 11.10.  
Fachmesse für Industrielle Teilereinigung und Teiltrocknung



### Wir suchen Mitarbeiter mit Energie

Die Süwag-Gruppe ist ein regionaler Energieversorger, der mit über 1.700 Mitarbeitern in den Bereichen Strom- und Erdgasversorgung, Wasserver- und Abwasserentsorgung sowie energie-nahe Dienstleistungen tätig ist.

Wir suchen

- **Diplom-Ingenieure TU/FH (m/w) der Fachrichtungen Versorgungstechnik oder Elektrotechnik**
- **Wirtschaftsingenieure (m/w)**

Sie sind noch im Studium? Kein Problem. Auch als

- **Diplomand (m/w)**
- **Praktikant (m/w)**

dieser Fachrichtungen bieten wir Ihnen ein interessantes Aufgabenspektrum und einen flexiblen Gestaltungsspielraum.

**Neugierig? Lassen Sie sich von unserer Energie anstecken: Thomas Ramp (Ansprechpartner für Hochschulabsolventen), Telefon 069 3107-2197 und Monika Kohl (Ansprechpartnerin für Diplomanden und Praktikanten), Telefon 069 3107-2269 sind gerne für Sie da.**

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

Hier ist Ihre Energie zu Hause.



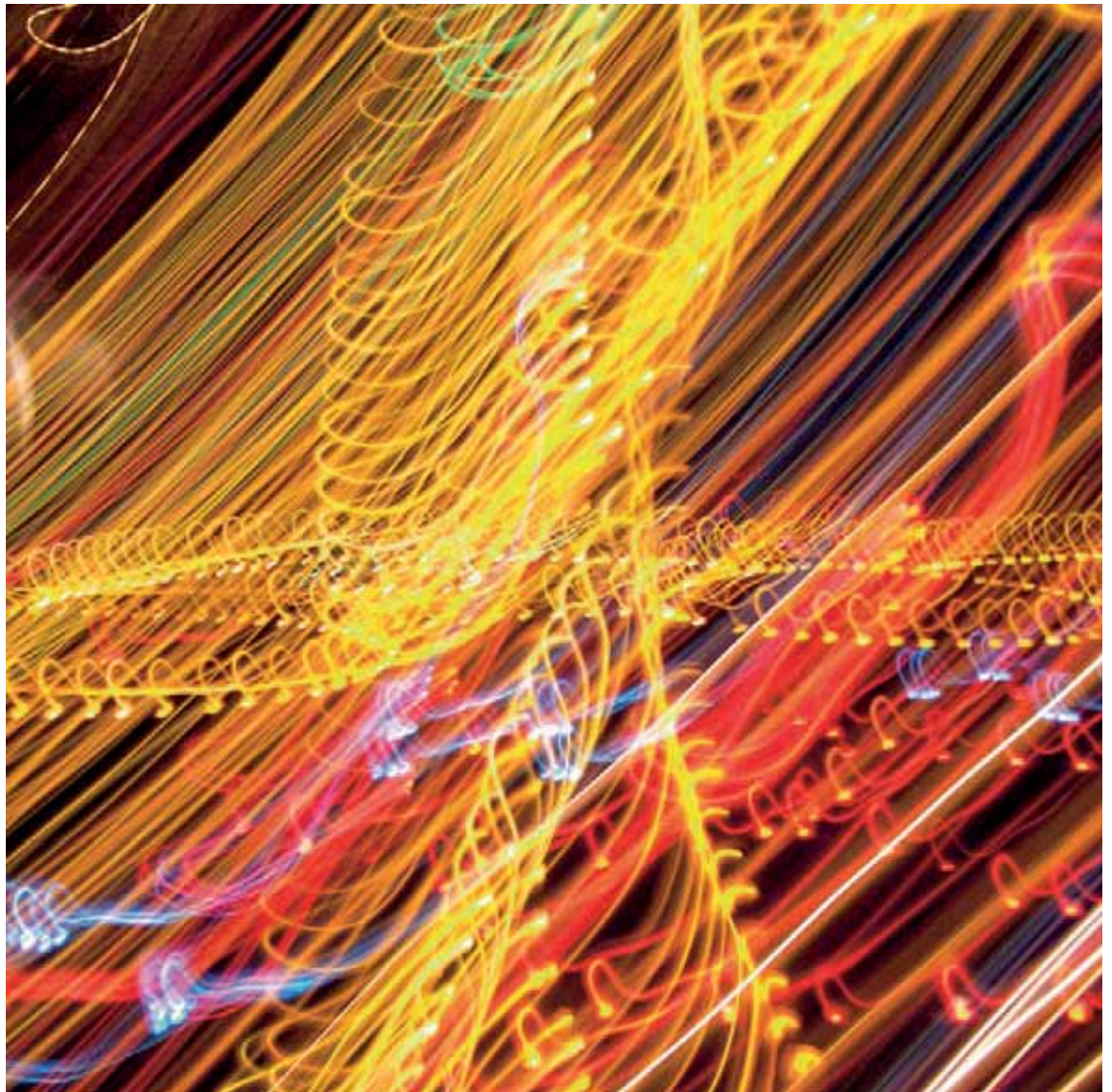
Süwag Energie AG, Personalmanagement, Brüningstraße 1, 65929 Frankfurt am Main

# Middleware für Ambient Intelligence

A. Buchmann/M. Mühlhäuser/N. Suri

Die Middleware ist die zentrale Software eines Aml-Systems und bietet den Anwendungen Basisdienste an. Diese umfassen Kontext-, Informations-, Mobilitäts-, Ereignis- und Interaktionsmanagement. Die Middleware abstrahiert die Heterogenität des Systems, bietet standardisierte Schnittstellen an und vermittelt zwischen (semantisch) heterogenen Diensten und Komponenten. Die Größe sowie die autonome Funktion eines Aml-basierten Systems erfordert quantifizierbare Dienstgüte und Selbstverwaltung ohne zentrale Kontrollinstanzen.

**Middleware for Ambient Intelligence**  
*Middleware is the central software layer of any Aml system and provides basic services to the applications. These comprise context, information, mobility, event, and interaction management. The middleware abstracts the system's heterogeneity, offers standard interfaces and mediates between (semantically) heterogeneous services and components. The size and the autonomous behaviour of any Aml system require quantifiable quality of service and self-X properties without central control.*



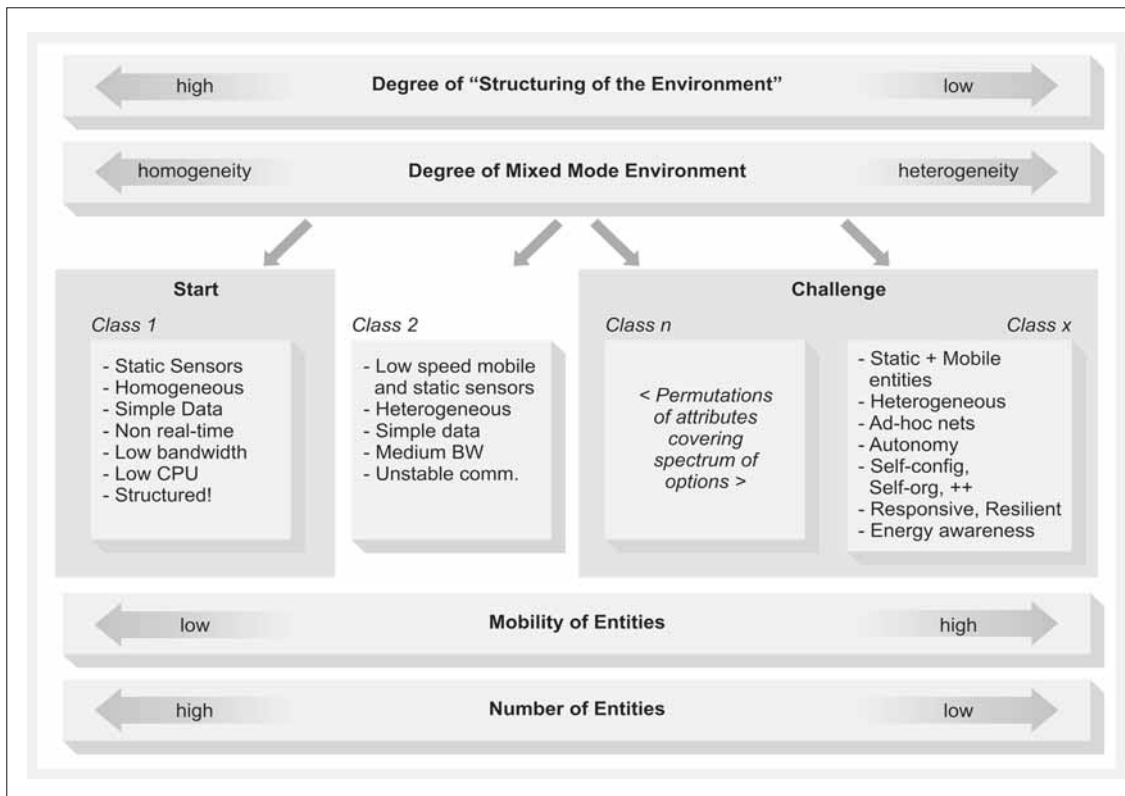


Abb. 1  
Spektrum der Eigenschaften einer Aml-Umgebung  
The spectrum of Aml environments

Middleware ist eine verteilte Software-Schicht zwischen dem (Netzwerk)-Betriebssystem und den Anwendungen, die die Heterogenität der verteilten Umgebung abstrahiert und gemeinsame Schnittstellen und Basisdienste zur Verfügung stellt. Diese Basisdienste reichen von synchronen und asynchronen Invokationsmechanismen, über Namensdienste, Eventdienste bis zu Persistenz, Transaktionen und Sicherheit. In der Middleware wird die Systemarchitektur umgesetzt. In einer AmI-Umgebung fällt daher der Middleware eine besonders kritische Rolle zu, da diese Schicht die extreme Heterogenität und Dynamik, die für AmI typisch sind, ausgleichen, maskieren und, wo nötig, durch zusätzliche Funktionalität kompensieren muss [1,2,3,4].

### Das Aml-Middleware-Spektrum

Typisch für AmI-Umgebungen sind die Heterogenität, Mobilität und die extrem hohe Anzahl an sich dynamisch vernetzenden, allgegenwärtigen Komponenten. Abb. 1 schematisiert das Spektrum der AmI-Umgebungen, in denen ressourcenarme mit ressourcenreichen Knoten in vielen möglichen Konstellationen interagieren. An diesen Konstellationen wird intensiv geforscht und es gibt auch interessante Lösungsansätze für Protokolle und Middleware. Erschwerend gegenüber den existierenden, punktuellen Ansätzen sind in einer integrierten AmI-Umgebung die Vielfalt an Szenarien und deren unterschiedliche Anforderungen. Die Middleware muss diese Vielfalt abdecken und die hohe Heterogenität und Mobilität bewältigen.

### Die Dienste der Aml-Middleware

Die AmI-Middleware stellt ein breites Spektrum an Basisfunktionalität bereit. Eine vereinfachende Übersicht findet man in Abb. 2. Sie umfasst:

- **Kontextmanagement**
  - Lokations- und Präsenzdienst
  - Profil- und Intentionsmanagement
- **Eventmanagement**
  - Ereignisdetektion
  - Ereigniskomposition
- **Mobilitätsmanagement**
  - Konnektivitätsdienst
  - Replikations- und Weiterleitungsdienst
- **Interaktionsmanagement**
  - Notifikationsdienst
  - Synchroner und asynchroner Invokationsmechanismen
- **Daten- und Informationsmanagement**
  - Repository
  - Persistenzdienst
  - Transaktionsdienst
- **Interoperabilitätsmanagement**
  - Konnektoren
  - Dienstermittlung und -vermittlung
  - Dienstkonfiguration
  - Ontologiedienst und semantische Mediation
- **Zuverlässigkeits- und Sicherheitsmanagement**
  - Sicherheitsdienst
  - Interaktionsdienste mit kontrollierbarer Dienstgüte
- **Self-X-Funktionalität**
  - Selbstheilung
  - Selbstkonfiguration
  - Selbstschutz

### Kontextmanagement

Ein wesentliches Merkmal von AmI ist die Ausrichtung auf die Intension des Menschen. Deshalb soll ein AmI-System auch proaktiv sein und die Intension des Nutzers erkennen können. Dazu ist Kontextwissen notwendig. Die Middleware muss kontextsensitiv sein und die notwendige Infrastruktur für die Kontext-



Abb. 2  
Die Dienste an einer Aml-Middleware  
Services provided by the Aml Middleware

erkennung und das Kontextmanagement bereitstellen. Kontext reicht von der einfachen Präsenzerkennung, über Profilbeschreibung und -verwaltung bis zum Lernen von Verhaltensmustern, um daran die Intension des menschlichen Benutzers zu erkennen [5].

### Eventmanagement

AmI-Systeme sind ereignisbasiert, d.h., Veränderungen in der Umgebung lösen entsprechende Reaktionen aus. Ereignisse können vielfältiger Art sein, von einfachen Positionserkennungen oder Zeitereignissen bis zu komplexen Ereignissen, die Tendenzen (z.B. steigende Temperatur) oder Ereignismuster mit besonderer Bedeutung (z.B. Objekte auf Kollisionskurs) darstellen. Entsprechend muss die Middleware Dienste zur Erkennung und Komposition von Ereignissen bereitstellen [6].

### Interaktionsmanagement

Die Teilnehmer einer AmI-Umgebung werden sich untereinander und mit neuen Teilnehmern, die in Reichweite sind und interessante Funktionalität anbieten, spontan vernetzen. Die Middleware muss deshalb Notifikationsdienste anbieten, um Ereignisse der Umgebung an alle interessierten Teilnehmer zu übermitteln. Diese Notifikationsdienste müssen robust sein und Mobilität der Teilnehmer, dynamisches Erscheinen und Verschwinden, sowie unzuverlässige Kommunikation verkraften können. Teilnehmer, die sich in einer Umgebung neu vernetzen, müssen Unterstützungsmechanismen vorfinden, um vorhandene Dienste zu entdecken. AmI-Umgebungen charakterisieren sich durch die Vielfalt der Interaktionen: Einerseits muss ein menschlicher Benutzer gezielt Dienste aufrufen können und eine sofortige (synchrone) Reaktion erhalten, andererseits müssen Vermittlungsdienste (asynchron) mit vorher unbekanntem und spontan erscheinenden und verschwindenden Teilnehmern interagieren [1].

### Mobilitätsmanagement

Das Mobilitätsmanagement muss die Konnektivität zwischen Komponenten und Diensten sicherstellen. Hierfür muss die Middleware eng mit den Netzwerkdiensten kooperieren. Während das Netz für die

Übertragung verantwortlich ist, ist die Middleware für die logische Konnektivität zuständig. Bei mobilen Nutzern, Komponenten und Diensten ist die Weiterleitung von Daten und Diensten von einem Knoten zum nächsten eine notwendige Voraussetzung für die nahtlose Verfügbarkeit. Besonders wichtig ist in mobilen Umgebungen die Verfügbarkeit von Daten zur rechten Zeit am rechten Ort. Dies erfordert die Antizipation von zukünftigen Lokationen, um das nahtlose Handover vorzubereiten und durchzuführen [7].

### Daten- und Informationsmanagement

Das Repository ist die Grundlage für alle Kontextinformationen sowie die Information über die einzelnen Anwendungsdienste. Als Speicherplatz aller Kontext- und Profilverbindungen muss das Repository sicher sein und den Schutz der Privatsphäre garantieren. Unterschiedliche Ansätze kombinieren zentrale Infrastrukturen auf Großrechnern mit mobiler Speicherung auf Kleingeräten, die zu 100% unter der Kontrolle des Benutzers stehen. Das Repository ist aber auch die Informationsquelle für verfügbare Anwendungsdienste sowie deren Abrechnung. Für Abrechnungen, aber auch für alle Dienste, die wichtige Daten übermitteln, z.B. Gesundheitsdaten von Patienten, müssen transaktionale Garantien gegeben werden [1].

### Interoperabilitäts-Management

Kaum eine andere Menge von Diensten wird so gefordert in einer AmI-Umgebung wie die Interoperabilitätsdienste. Diese müssen die Heterogenität der Komponenten maskieren und über standardisierte Schnittstellen und Abstraktionen den Anwendungsdiensten die Basisfunktionalität bereitstellen. Das Interoperabilitäts-Management basiert auf Konnektoren und Wrappern, die historisch gewachsene Dienste einkapseln und den oberen Schichten präsentieren [8]. Eine Basisfunktionalität aller dienstbasierten Architekturen ist die Identifikation, Lokalisierung und Vermittlung von Diensten. Diese müssen in heterogenen Umgebungen an die spezifischen Geräte und Umgebungen angepasst werden. Heterogenität erfordert die Unterstützung durch einen Metadaten- bzw. Ontologiedienst. Dieser muss die Begriffe und Daten aus unterschiedlichen Umgebungen und Kontexten auflösen und die entsprechenden Konvertierungs-

Schweißtechnische  
Lehr- und Versuchsanstalt  
Mannheim GmbH



Achtung Förderungsmöglichkeit auch für Studenten bis ins Jahr 2006:

**EU-Fördermaßnahme**

Achtung!: 30% unserer Lehrgangsgebühren werden durch die EU getragen

Ihre Perspektiven für die Zukunft auf dem **deutschen** und **weltweiten** Arbeitsmarkt beginnen bei uns.

**Internationale(r)  
Schweißfachingenieur/-in**

**Tageslehrgang (Mo - Fr)**  
von Februar bis Mai 2007  
und August bis November 2007  
**Wochenendlehrgang (Fr + Sa)**  
von Oktober 2007 bis Juni 2008

**Zugangsvoraussetzung:** Studium mit Diplom-, BSc- oder MSc-Abschluss an BA, FH, TH, Uni. Sonderregelungen zur Anerkennung von Teil 1



Wir informieren Sie gerne  
Internet: <http://www.slv-mannheim.de>

E-Mail: [info@slv-mannheim.de](mailto:info@slv-mannheim.de)

**Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Mannheim GmbH**  
Käthe-Kollwitz-Straße 19 • 68169 Mannheim • Telefax (0621) 3004-292 • Telefon (0621) 3004-123  
Staatlich anerkannt und akkreditiert als Ausbildungs- und Prüfstelle für Schweißtechnik

funktionen anbieten. Diese Auflösung der semantischen Heterogenität muss nicht nur den Anwendungen zur Verfügung gestellt werden, sondern auch den Notifikationsdiensten [9].

**Zuverlässigkeits- und Sicherheitsmanagement**

Kaum eine Eigenschaft der Middleware erregt die Gemüter so wie der Schutz der Privatsphäre und die Sicherheit des Systems. Die Sicherheit des Systems in all seinen Aspekten wird in einem eigenen Beitrag dieses Heftes beschrieben. Zuverlässigkeit kann als komplementär zu Sicherheit angesehen werden. Wird eine Verletzlichkeit des Systems bewusst ausgebeutet, dann ist dies klar ein Sicherheitsproblem. Wird die gleiche Verletzlichkeit jedoch im normalen Betrieb aktiviert, dann ist dies ein Zuverlässigkeitsproblem. Deshalb müssen Sicherheit und Zuverlässigkeit, sowie andere Aspekte der Dienstgüte, einheitlich behandelt werden.

**Self-X-Funktionalität**

In AmI-basierten Systemen mit Millionen oder Milliarden von Knoten und Diensten kann man keine zentralen Kontrollstrukturen voraussetzen. Deshalb muss das System, je nach Verfügbarkeit der Ressourcen, sich selbst konfigurieren, heilen, optimieren und schützen. Selbst-Konfigurierung bedeutet das Anpassen der Dienste, der Arbeitslast oder des gesamten Systems an die verfügbaren Geräte und deren Ressourcen nach klar definierten

**Die neue Leitz  
PMM-C Infinity  
Vollendete Präzision**

*infinity* 0,3 µm



Die vollendete Präzision für Anforderungen der Nanomesstechnik bei großen Werkstücken

Mit < 0,3 µm Treffsicherheit gehört die PMM-C Infinity zu den genauesten Koordinatenmessgeräten ihrer Klasse. Dadurch ist sie besonders geeignet für

- Optik
- Feinmechanik
- Elektronik- und Halbleiterindustrie
- Powertrain
- Luft- und Raumfahrt

 **Hexagon Metrology GmbH**  
Siegmond-Hiepe-Straße 2-12  
35578 Wetzlar  
Tel. 06441 207 0  
Fax 06441 207 122  
[www.leitz-metrology.de](http://www.leitz-metrology.de)



Strategien. Selbst-Heilung beinhaltet die Diagnose aller Komponenten des Systems, deren mögliche Deaktivierung und eine möglichst nahtlose Übergabe der Aufgaben an andere Knoten sowie die Wiederinbetriebnahme von Ressourcen. Selbst-Optimierung bezieht sich auf das Tuning des Systems, während Selbst-Schutz sich mit der Detektion von Bedrohungen und Angriffen sowie den entsprechenden Reaktionen befasst.

**Fazit**

Die Middleware ist die zentrale Software eines AmI-Systems und bietet den Anwendungen Basisdienste an. Diese umfassen Kontext-, Informations-, Mobilitäts-, Ereignis- und Interaktionsmanagement. Die Middleware abstrahiert die Heterogenität des Systems, bietet standardisierte Schnittstellen an und vermittelt zwischen (semantisch) heterogenen Diensten und Komponenten. Die Größe sowie die autonome Funktion eines AmI-basierten Systems erfordert quantifizierbare Dienstgüte und Selbstverwaltung ohne zentrale Kontrollinstanzen.

## Fachgebiet für Zuverlässige und Eingebettete Softwaresysteme

**Neeraj Suri** erlangte seinen Dokortitel an der Universität Massachusetts in Amherst und leitet zurzeit das Fachgebiet für Zuverlässige und Eingebettete Softwaresysteme der Technischen Universität Darmstadt. Seine Forschungsinteressen umfassen Entwurf und Analyse von verteilten und zuverlässigen eingebetteten Softwaresystemen.

Der Schwerpunkt seiner aktuellen Forschungstätigkeiten liegt auf

- (a) Erhöhung der Robustheit von Software- und Betriebssystemen („autonomic dependability & security“),
- (b) Verifikation/Validierung von Protokollen und eingebetteten Systemen und
- (c) „trusted/secure SW/systems by design“.

E-Mail: [suri@informatik.tu-darmstadt.de](mailto:suri@informatik.tu-darmstadt.de)

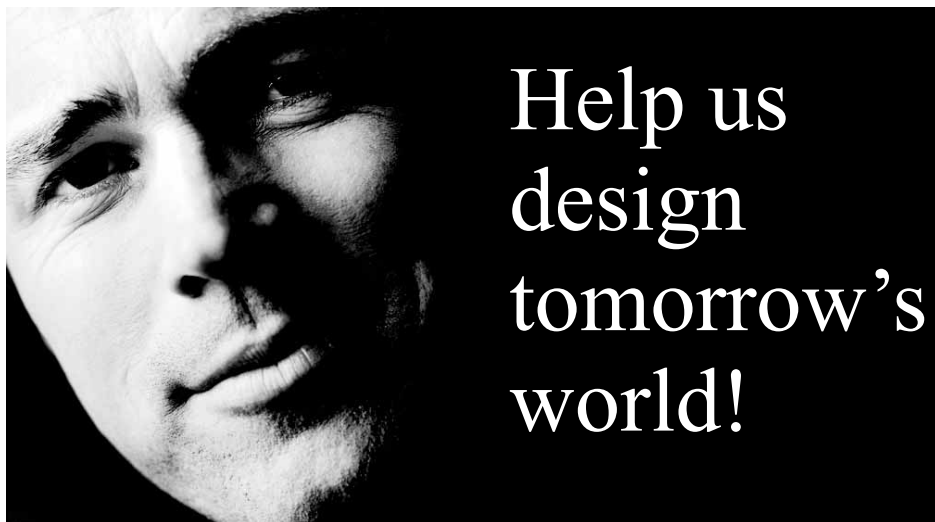
## Literatur

- [1] Buchmann, A., Bornhövd, C., Cilia, M., Fiege, L., Gärtner, F., Liebig, C., Meixner, M., Mühl, G.; „DREAM: Distributed Reliable Event-based Application Management“ Web Dynamics: Adapting to Change in Content, Size, Topology and Use, ISBN 3-540-40676-X, Springer, May 2004
- [2] Bernstein, P.; „Middleware: A Model for Distributed System services“, Communications of the ACM, 38 [2], 1996.
- [3] Roman, M., Hess, C.K., Cerqueira, R., Ranganat, A., Campbell, R.H., Nahrstedt, K.; „Gaia: A Middleware Infrastructure for Active Spaces“, IEEE Pervasive Computing, 1[4], 2002.
- [4] Issarny, V., Sacchetti, D., Tartanoglu, F., Sailhan, F., Chibout, R., Levy, N., Talamona, A.; „Developing Ambient Intelligence Systems: A Solution based on Web Services“, Automated Software Engineering, 12[1], 2005.
- [5] Abowd, G., Ebling, M., Gellersen, H.W.; „Special Issue on Context-Aware Computing“, IEEE Pervasive Computing Journal, Vol. 1, No. 3, 2002.
- [6] Cilia, M., Bornhövd, C., Buchmann, A.; „CREAM: An Infrastructure for Distributed, Heterogeneous Event-based Applications“, IFCIS Conference on Cooperative Information Systems [CoopIS'03], LNCS 2888, Springer, Catania, Italy, November 2003
- [7] Fiege, L., Gärtner, F., Kasten, O., Zeidler, A.; „Supporting Mobility in Content-Based Publish/Subscribe Middleware“, ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference [Middleware 2003], June 2003
- [8] Cilia, M., Bornhövd, C., Buchmann, A.; „Event Handling for the Universal Enterprise“, Information Technology and Management – Special Issue on Universal Enterprise Integration, Vol. 5, No. 1, Kluwer Publisher, January 2005
- [9] Cilia, M., Antollini, M., Bornhövd, C., Buchmann, A.; „Dealing with Heterogeneous Data in Pub/Sub Systems: The Concept-Based Approach“, Intl. Workshop on Distributed Event-Based Systems [DEBS'04], Edinburgh, Scotland, May 2004

**FUJITSU MICROELECTRONICS EUROPE  
CAREER OPPORTUNITIES**

**FUJITSU**

THE POSSIBILITIES ARE INFINITE



Help us  
design  
tomorrow's  
world!

Fujitsu Microelectronics Europe (FME) has been established for more than 26 years. Today we employ 300 people in Europe.

Our engineering teams work closely with our Marketing and Sales divisions to develop and promote state-of-the-art semiconductor devices such as Microcontrollers, Graphics Controllers, ASICs and ASSPs. Furthermore, we supply advanced systems solutions to the automotive, communications, multimedia and industrial markets. Continuous investment in new design and support services enable our European customers bring products to market fast!

Leading-edge technology needs high-caliber people. Our success depends on the quality of these people.

FME is constantly looking for motivated employees to build on its success, and encourages its people to commit to the company's business strategy. In return, we offer career development with all the training resource expected from a global organisation.

Our European headquarters are located in Langen (near Frankfurt/M) and we have plans for further expansion during 2007. With additional operations in Munich, Maidenhead, Paris and Milan, career opportunities are almost infinite across Fujitsu's European organisation!

### ASK FUJITSU

Contact us on +49 (0)61 03 69 00 or visit  
<http://emea.fujitsu.com/microelectronics>



# Omya - weil Papier Kostbares birgt

Ihre Bedürfnisse und Ansprüche sind unsere Inspiration.  
Unsere Spezialisten erarbeiten Lösungen für Sie,  
die Ihr Geschäft noch erfolgreicher machen.



[omya.com](http://omya.com)

Omya - Ihr kompetenter Partner, wenn es um Pigmente geht.

# Ambient-Intelligence: Neue Herausforderungen für die IT-Sicherheit

Claudia Eckert



Die Informationstechnologie hat unseren Alltag bereits heute weitgehend durchdrungen. Damit einher geht eine beträchtlich erhöhte Anzahl von Sicherheitsbedrohungen, die zu erhöhten Risiken im Umgang mit diesen Technologien führen. Die allgegenwärtigen Rechner erfordern deshalb neue Sicherheitstechnologien, die nahtlos in die IT-Systeme integriert sein müssen. Der Artikel beleuchtet einige Forschungsfragen, die Aml für die IT-Sicherheit aufwirft, und weist auf aktuelle Projektarbeiten an der TU Darmstadt zu deren Lösung hin.

***Ambient Intelligence: New Challenges for IT-Security*** Information technologies are already ubiquitous. But, pervasive Computing considerably increases the amount of possible security threats and security related risks. New security technologies are required which are seamlessly integrated into the ICT-systems. The article identifies open security related research challenges which arise from Aml technologies. Current projects at the TU Darmstadt elaborate solutions for some of the outlined problems.



## Einleitung

Die Entwicklung der Informationstechnologie ist dramatisch. Zukünftige IT-Systeme sind durch eine große Mobilität und Vielfalt der Endgeräte sowie eine hohe Dynamik der Vernetzung zwischen nahezu beliebigen Objekten des täglichen Arbeits- und Privatlebens gekennzeichnet. Unter den Bezeichnungen Ambient Intelligence (AmI) bzw. Ambient-Web oder Pervasive Computing (PvC) fasst man diese Entwicklung hin zum allgegenwärtigen Rechner zusammen. Als Konsequenz davon verschwinden Rechner zunehmend aus unserer bewussten Wahrnehmung und werden als eingebettete Prozessoren und Sensoren in Alltagsgegenstände integriert und miteinander vernetzt. Abb. 1 visualisiert die Vision eines zukünftigen Verkehrstelematiksystems, in dem Ampeln, Fahrzeuge oder auch Verkehrsschilder mit Prozessoren und Kommunikationsfähigkeit ausgestattet sind und Informationen über Gefahrensituationen, Staus etc. frühzeitig austauschen können.

Ambient Intelligence erschließt somit neue Anwendungsbereiche wie beispielsweise die automatische Fernüberwachung und Wartung von Anlagen und Systemen, oder die Überwachung und Optimierung von Logistikprozessen. Durch durchgängige Überwachungs- und Kontrollfunktionen lassen sich Fehler-situationen frühzeitig erkennen, deren Ursache lokalisieren und gezielt beheben.

## Herausforderungen für die IT-Sicherheit

Die Welt des AmI eröffnet einerseits sehr interessante Perspektiven für zukünftige IT-Anwendungen. Andererseits ergeben sich aber auch erhebliche neue Sicherheitsrisiken. Einen breiteren Überblick über Sicherheitsprobleme im Zusammenhang mit dem Pervasive Computing bietet die vom Fraunhofer Institut SIT für das BSI durchgeführte Studie ([http://www.bsi.de/literat/studien/percenta/Percenta\\_bfd.pdf](http://www.bsi.de/literat/studien/percenta/Percenta_bfd.pdf)). Hier werden insbesondere die Probleme der Verwaltung digitaler Identitäten und die Probleme in Bezug auf die Wahrung der Privatsphäre behandelt, so dass darauf im Folgenden nicht mehr eingegangen wird.

### Secure by Design

Mit der rasant steigenden Zahl vernetzter Endsysteme steigt gleichzeitig auch die Anzahl der zu schützenden Objekte sowie die Zahl der möglichen Angriffe auf diese Objekte. Aber auch das potentielle Ausmaß eines Schadens erhöht sich, da sich ein aufgetretener Schaden aufgrund der Vernetzung sehr schnell ausbreiten und in kürzester Zeit eine Vielzahl von Systemen betreffen kann. Die existierenden Konzepte und Maßnahmen zum Absichern von Systemen [1] stellen angesichts der Allgegenwart Tausender vernetzter Rechner, Prozessoren und Sensoren keine adäquate Lösung mehr dar.

Unter dem Stichwort Secure-by-Design verstehen wir die methodische Entwicklung sicherer Software, mit dem Ziel, dass die Software auch unter gezielt herbeigeführten Angriffen bzw. bei unabsichtlichen Angriffen noch ihre gewünschte Funktionalität erbringt und die geforderten Sicherheitseigenschaften garantiert. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die herkömmlichen Software-Entwicklungsmethoden erweitert und

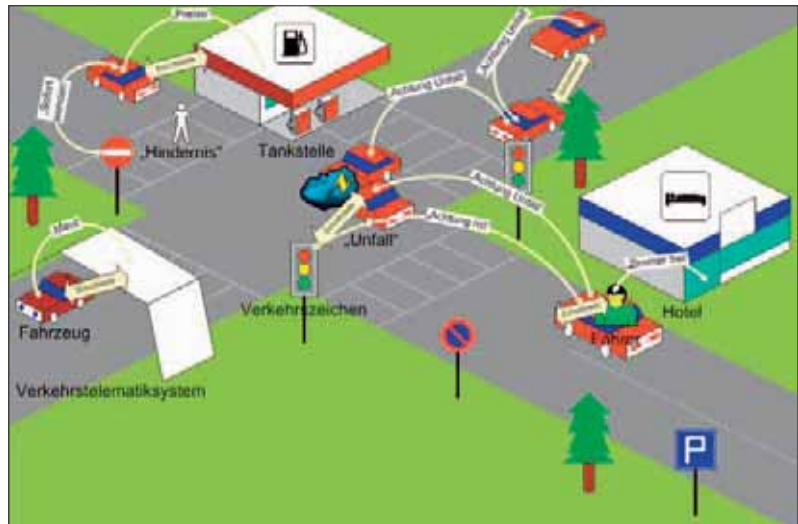


Abb. 1:  
Verkehrstelematiksystem  
im AmI  
Traffic telematics system in  
AmI

angepasst werden, indem Sicherheitsmaßnahmen konsequent in den gesamten Software-Entwicklungsprozess integriert werden. Bereits in der Anforderungsphase ist dann z.B. über die Verwendung von Misuse cases auch explizit das unerwünschte Systemverhalten zu beschreiben und Bedrohungsanalysen und Sicherheitstests sind direkt in den Entwicklungsprozess einzubinden. So ließen sich viele Sicherheitschwachstellen, wie beispielsweise Buffer-Overflow-Probleme, bereits zur Übersetzungszeit erkennen und beheben, bevor sie im laufenden Betrieb durch Angriffe gezielt ausgenutzt werden können.

### Selbst-Schutz und Selbst-Heilung

Durch die Mobilität von Endgeräten, Netzen und Software verwischen sich die Trennlinien zwischen Innen wie z. B. dem Intranet und Außen wie z. B. dem Internet. Mobile Endgeräte werden häufig in nicht vertrauenswürdigen Arbeitskontexten eingesetzt (z. B. in öffentlichen Hot-Spots), die sich außerhalb des Kontrollbereichs des zuständigen Unternehmensnetzes befinden. Bei der Rückkehr des mobilen Geräts in die Heimatumgebung wird dieses Gerät meist ohne weitere Kontrollen dem Heimatnetz wieder hinzugefügt, so dass dem Einschleusen von Schadsoftware wie Würmern und Trojanern Tür und Tor geöffnet ist. Der Wegfall der klaren Trennlinien hat zur Folge, dass das traditionelle Paradigma des Perimeter-Schutzes (z. B. mittels Firewalls) im AmI nicht mehr ausreichend ist, den Schutz der Systeme zu gewährleisten. Benötigt wird eine Kombination aus ineinander greifenden Maßnahmen, durch die eine gestaffelte Kette aus Schutzmaßnahmen aufgebaut wird. Hierzu gehören insbesondere Maßnahmen zur frühzeitigen Angriffs-Erkennung und zur Reaktion und systematischen Problembehebung.

Heutige Verfahren zur Angriffserkennung beschränken sich meist darauf, bereits bekannte Angriffe wiederzuerkennen. Die klassischen Virens Scanner sind hierfür ein bekanntes Beispiel. Im AmI mit seinen dynamischen Strukturen werden sich aber auch die Angriffe mit hoher Dynamik ändern, so dass die heutigen Techniken nicht ausreichen. Um auch neue Angriffe verlässlich erkennen zu können, sind neue Verfahren z.B. als Kombination aus Ansätzen aus dem Bereich der künstlichen Immunsysteme [4] und dem Bereich des maschinellen Lernens zu entwickeln, um

potentielle Angriffe frühzeitig und mit hoher Genauigkeit identifizieren und abwehren zu können. Daneben sind neue Verfahren und Modelle zu entwickeln, um Systeme robust, also angriffstolerant zu machen. Im Gegensatz zur Entwicklung fehlertoleranter und zuverlässiger Systeme steckt die IT-Sicherheitsforschung hier noch in ihren Kinderschuhen.

Die Reaktion auf erkannte Sicherheitsprobleme erfordert ebenfalls neue Verfahren und Methoden. Mit Ansätzen zur Selbst-Heilung basierend auf Prinzipien zur Selbst-Organisation könnten wesentliche Fortschritte im Hinblick auf ein transparentes und zuverlässiges Sicherheitsmanagement erzielt werden. Selbstheilende Systeme erfordern neuartige System-Architekturen, die in der Lage sind, sich selbstständig an geänderte Bedrohungslagen anzupassen. Zu denken ist hier beispielsweise an die Entwicklung und Integration spezieller Failsafe-Techniken, so dass das System beim Auftreten von Sicherheitsproblemen automatisch angemessen reagiert. Dies kann von einem einfachen Abschalten problematischer Dienste bis hin zum nahtlosen Wechsel auf einen sicheren bzw. vertrauenswürdigeren Dienste-Erbringer einschließlich der dazu erforderlichen Re-Konfigurationsmaßnahmen reichen.

### Regelwerke zur Steuerung adaptiver Systeme

Selbst-organisierende, adaptive Systeme erfordern Regelwerke, die vorschreiben, welche Aktionen in welchen Kontexten durchzuführen sind. Derartige Regelwerke werden durch Sicherheits-Policies beschrieben. Solche Policies werden stets benötigt, um zulässige bzw. unzulässige Aktionen in einem System zu beschreiben, deren Einhaltung durch entsprechende Kontrollen, wie zum Beispiel die Zugriffskontrolle auf Dateien, zu gewährleisten ist. Werkzeuge und Methoden zur methodischen Entwicklung von Sicherheits-Policies werden an der TU Darmstadt und am SIT zur Zeit im SicAri-Projekt (<http://www.sicari.de/>) erarbeitet [2, 3]. Abb. 2 veranschaulicht den von uns entwickelten Ansatz, mit dem auf einfache Weise passende Regelwerke auch von Nicht-Spezialisten entwickelt werden können. Dazu wird Expertenwissen als Best-Practice wissen in Form von Policy-Patterns unter Nutzung der Web-Ontologie-Sprache OWL (<http://www.w3.org/TR/owl-features/>) erfasst und

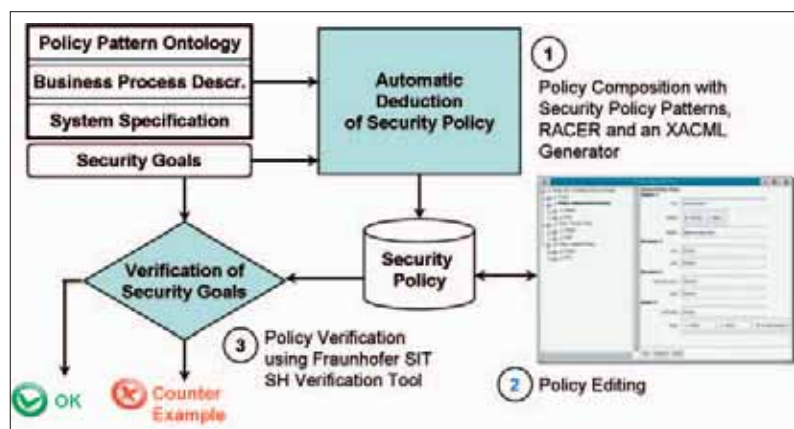
in einer Wissensdatenbank abgelegt. Ein Nutzer kann sich anhand dieser vorgefertigten Schablonen seine individuelle Policy entweder manuell selbst zusammenstellen, wobei er von Werkzeugen, wie einem Policy-Editor und einer graphischen Administrations-Oberfläche unterstützt wird. Alternativ kann der Nutzer lediglich eine Beschreibung seines Systems und seiner Sicherheitsanforderungen (Security Goals) angeben. Das Policy-Engineering System gleicht automatisch diese Benutzerwünsche mit dem vorhandenen Expertenwissen ab und erstellt eine maschinell auswertbare Regelmeng (Policy) z.B. im XACML-Format. Die generierten Regeln können vom Benutzer bei Bedarf manuell über einen Policy-Editor nachbearbeitet und individuell angepasst werden. Im abschließenden Schritt wird mit Hilfe des SHVT-Werkzeugs, das am Fraunhofer SIT entwickelt wurde, automatisch geprüft, ob die erstellte Regelmeng tatsächlich die gewünschten Sicherheitsziele erfüllt, oder ob sie Widersprüche bzw. Lücken enthält. Diese werden mittels entsprechenden Beispielen (Counter Example) aufgezeigt und dem Benutzer werden Hinweise zur Behebung der Probleme gegeben.

Die maschinell überprüfbar, konsistenten Policy-Regeln können dann als Module in die offene, erweiterbare SicAri-Plattform eingefügt werden. Jeder Zugriff auf eine Ressource wird vom SicAri-Sicherheitskern überwacht, der dazu die XACML-Regeln der Policy auswertet. Da die SicAri-Plattform auf vielen unterschiedlichen Geräten, wie PCs, Laptops aber auch Smartphones ausführbar ist, bietet sie eine flexibel anpassbare, erweiterbare Sicherheitsarchitektur, zur sicheren Zusammenarbeit zwischen heterogenen Geräten in einer AmI-Welt.

## Zusammenfassung

AmI erschließt neue Anwendungsbereiche, stellt aber gleichzeitig die Forschung im Bereich der IT-Sicherheit vor neue Herausforderungen. Der Beitrag greift einige Herausforderungen auf. Zur Absicherung von AmI Szenarien ist eine Abkehr von einigen der heute noch immer vorherrschenden Sicherheits-Paradigmen erforderlich, um allgegenwärtige (ubiquitäre) Sicherheit als selbstverständliches Qualitätsmerkmal zukünftiger Systeme zu verwirklichen.

Abb. 2  
Werkzeug-unterstützte  
Policy-Entwicklung  
(SicAri-Projekt)  
Tool-supported Policy  
Engineering (SicAri-project)



## Literatur

- [1] Eckert C. „IT-Sicherheit: Konzepte, Verfahren, Protokolle“, 2006, Oldenbourg Verlag
- [2] Peters J., Rieke R., Rochaeli T., Steinemann B., Wolf R. „A Holistic Approach to Security Policies - Policy Distribution with XACML over COPS“. Proceedings of Workshop on Views On Designing Complex Architectures (VODCA 2006), Bertinoro, Italy, September 2006.
- [3] Rochaeli, T Eckert C. „RBAC Policy Engineering with Patterns“. In: Kagal, L., T. Finin und J. Hendler (Herausgeber): Proceedings of the Semantic Web and Policy Workshop, Galway, Ireland, November 7 2005
- [4] Stibor, T., Timmis J., Eckert C. „Artificial Immune Systems for IT-Security“ it-Information Technology (Systems Biology and Information Technology), 48(3):168-173, 2006.

# Wellpappenrohpaper, Wellpappe, Service, Online

Designed für Innovation und Geschwindigkeit: Progroup produziert mit einer der schnellsten Papiermaschinen der Welt und mit 5 Wellpappanlagen der weltweit neuesten Generation Wellpappenrohpaper und Wellpappformate im Zentrum von Europa. Ein 24-stündiges Online Order System garantiert Ihnen die schnellste Wellpappe im Markt. Eine zentrale Logistik, steuert mit GPS System die gesamte Logistik. Das Tochterunternehmen Proservice Marketing Service GmbH unterstützt unsere Supply Chain

Partner mit Marketing und IT. Profund GmbH unterstützt unsere Kunden mit Finanzdienstleistung. Unser Netzwerk bietet akzeptablen Workflow worauf jeder Kunde zugreifen kann. Unser Internetmarktplatz „e-box.de“ leistet Schnittstellen-Management für vor- und nachgelagerte Lieferanten und Kunden für europaweite Wellpappenlieferungen. Neue Management- und IT-Tools lassen uns individuell und modular zu einem schnellen und zuverlässigen Partner in der Papierbranche werden.

## progroup



Prowell GmbH  
Zentrale • Interpark  
D-76877 Offenbach

progroup

## Das Fachgebiet Sicherheit in der Informationstechnik (SEC)

Das Fachgebiet SEC, Sicherheit in der Informationstechnik, beschäftigt sich mit der Entwicklung neuartiger Konzepte, Methoden und Verfahren zur Gewährleistung der Informations- und Datensicherheit in offenen, informationstechnischen Systemen.

Die Schwerpunkte der Forschungsarbeiten des Fachgebietes liegen in der Entwicklung neuer Methoden und Verfahren

- zur differenzierten Nutzungskontrolle strukturierter Dokumente, die in offenen Umgebungen gemeinsam bearbeitet werden,
- zur Tool-unterstützten Entwicklung von verifizierten, maschinell auswertbaren Sicherheitsregelwerken (Policies) und deren Durchsetzung in verteilten Umgebungen,

- zur Etablierung von Vertrauen in offenen Peer-to-Peer-Umgebungen und E-Commerce-Szenarien,
- zur Entwicklung neuer Protokolle zur Gewährleistung von Datenintegrität in Sensornetzen sowie
- von Protokollen und Verfahren zur Wahrung der Privatsphäre in mobilen ad-hoc-Netzen.

### Ansprechpartner:

Prof. Dr. Claudia Eckert

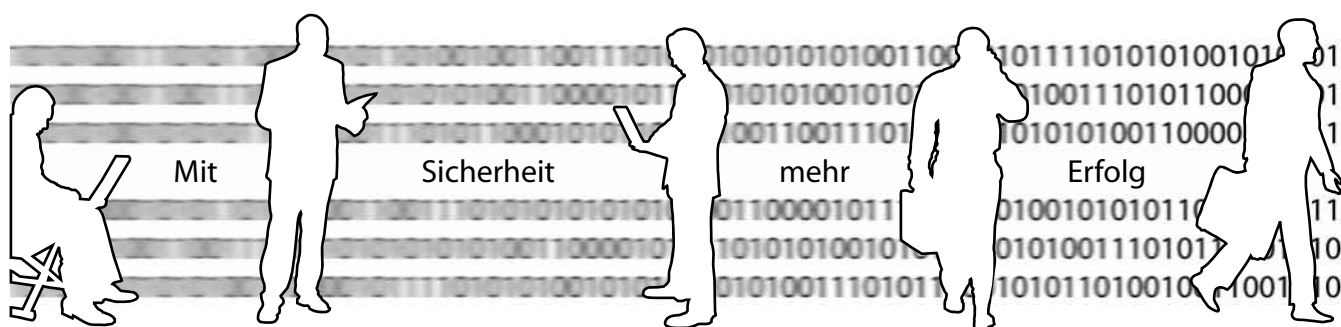
Fachgebiet Sicherheit in der Informationstechnik  
Hochschulstr. 10

Tel.: 06151/16-6592

Fax.: 06151/16-3514

E-Mail: eckert@sec.informatik.tu-darmstadt.de

www.sec.informatik.tu-darmstadt.de



## Gefahren kennen

## Chancen nutzen

Als Spezialist für IT-Sicherheit entwickelt das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT unmittelbar einsetzbare Lösungen, die vollständig auf die Bedürfnisse der Auftraggeber ausgerichtet sind. Möglich werden diese maßgeschneiderten Dienste durch über hundert hochqualifizierte Mitarbeiter, die Kompetenzbasis für technologie-übergreifende Leistungen auf höchstem Niveau.



**Fraunhofer** Institut  
Sichere Informations-  
Technologie

### Auf unseren Kompetenzfeldern bieten wir:

- Herstellerneutrale Beratung
- Sicherheitsanalysen
- Prototypenentwicklung
- Konzeption und Modellierung
- Lizenzierung von Lösungen

Fraunhofer SIT • Rheinstraße 75 • 64295 Darmstadt • www.sit.fraunhofer.de



**Ihre Karriere-Entscheidung  
für eine erfolgreiche Zukunft**

# Absolventen m/w

**Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Papiertechnik, Elektrotechnik**

**Voith setzt weltweit Maßstäbe in den Märkten Papier, Energie, Mobilität und Service. Zuverlässigkeit, Innovationskraft und Solidität sind seit 140 Jahren die Grundlagen unseres Erfolges als eines der großen Familienunternehmen Europas. Mit heute 33.000 Mitarbeitern an über 250 Standorten und ca. 3,7 Mrd. EUR Umsatz wachsen wir dynamisch weiter. Dafür suchen wir Menschen, die sich begeistern für unsere Herausforderung: "Voith – Engineered reliability."**

Voith Paper, einer der Konzernbereiche, ist der Prozesslieferant für die weltweite Paperindustrie. Wir entwickeln Lösungen, die den gesamten Papierherstellungsprozess abdecken – von der Faser bis zum verpackten Papier. In diesem spannenden Bereich ist von Anfang an Ihr fundiertes Wissen und Ihr Ehrgeiz gefragt.

**Ihre Aufgabe:** Mehrere Einstiegswege stehen Ihnen offen. Sie absolvieren unser einjähriges **Internationales Traineeprogramm** und werden an drei Standorten im deutschsprachigen Raum in internationalen Forschungs- und Projektaufgaben gefordert. Oder Sie nehmen an unseren **Nationalen Traineeprogrammen** mit zwei verschiedenen Ausbildungszielen teil: Als ‚Project Manager Design‘ arbeiten Sie nach Einsatz in Konstruktion, F & E, Produktion und Inbetriebnahme in Auftragsabwicklung bzw. Produktentwicklung mit. Als ‚Project Manager Production‘ lernen Sie zunächst Produktion, Technik und

Logistik kennen, anschließend bringen Sie Ihr Know-how in die Bereiche Fertigungsoptimierung, Prozessgestaltung oder Supply Management ein. Eine gleichrangige Alternative zu den Traineeprogrammen – und der meistgewählte Weg – stellt der **Direkteinstieg** dar. Hierbei starten Sie nach gründlicher Einarbeitung in Ihrem Fachgebiet durch. Natürlich sind auch Praktika und Diplomarbeiten bei uns möglich.

**Ihre Qualifikation:** Ihr zügig und sehr erfolgreich abgeschlossenes Studium in einer der o. g. Fachrichtungen zeigt bereits Ihre hohe Motivation und Ihren ausgeprägten Leistungswillen. Technik begeistert Sie genauso wie die Aussicht, durch Erfindergeist und Innovationskraft mit uns anspruchsvolle Ziele in die Tat umzusetzen.

**Unser Angebot:** Eine Karrierechance mit exzellenten Entwicklungsmöglichkeiten und einem von Offenheit und Vertrauen geprägten Arbeitsklima im Umfeld einer weltweit aufgestellten Unternehmensgruppe.

Voith Paper Holding GmbH & Co. KG  
Tanja Seifermann  
St. Pöltener Straße 43  
89522 Heidenheim  
Telefon: (+49) 73 21/37-73 23

**Online bewerben:**  
[www.voith.de/career](http://www.voith.de/career)

Voith Paper

**VOITH**  
*Engineered reliability.*



# Ubiquitär verfügbare Kommunikationsdienste

Ralf Steinmetz/Alex B. Gershman/Matthias Hollick/Wolfgang Johannsen/Anja Klein

Kommunikationsmittel, Sensoren und elektronische Geräte, die nahtlos in unsere alltägliche Umgebung integriert sind, werden bald Realität sein. Der Begriff *AmbientWeb* soll Netzwerke charakterisieren, die einen barrierefreien, ubiquitären Zugriff auf Kommunikationstechnologie und Elektronik ermöglichen und hierdurch einer breiten Nutzerschicht eine bestmögliche Unterstützung in ihrem täglichen Leben gewähren. Allgegenwärtige Kommunikation zwischen Nutzern, physischen Objekten und Rechnern liegt jenseits der Möglichkeiten des heutigen Internet. Dieser Beitrag skizziert Netzarchitekturen mit Technologien zur Selbstorganisation (im weiteren Sinne) und der Fähigkeit der Umweltwahrnehmung sowie erweiterte Basistechnologien zur drahtlosen Kommunikation. Ein Beispiel zeigt den möglichen Einsatz des *AmbientWeb* im täglichen Leben.

***Ubiquitous communication*** *The not so far future will see novel types of communication facilities, sensors and electronic devices seamlessly integrated into the fabric of daily life. The term AmbientWeb was coined to characterize such networks, which introduce ubiquitous access to the broad range of services enabled by technology, thus, supporting a broad user group. The required capabilities to enable ubiquitous communication between users, physical objects and computing devices are beyond those available in today's Internet. Our contribution outlines network architectures comprising new technologies based on self-organizing (in a wider sense) and environment-aware facilities as well as fundamentals for future wireless communication systems. An example from daily life illustrates the potential usage of the AmbientWeb.*

Die Kommunikationstechnologie des AmbientWeb – wir wollen darunter die ubiquitäre Präsenz von Kommunikationsdienstleistungen im alltäglichen Umfeld seiner Nutzer verstehen – ist wesentlich anspruchsvoller als die des Internet. Sie soll die allgegenwärtige und zuverlässige Inanspruchnahme von Kommunikationsdienstleistungen ermöglichen. Die Kommunikation erfolgt unter Einbeziehung von unmittelbar bedienbaren Benutzergeräten, Sensoren bzw. physikalischen Objekten der Umgebung des Nutzers; die Anwendungen sind nicht ortsgebunden. Ein weiterer Komplexitätsgrad entsteht durch die gleichzeitige und sich ergänzende Nutzung von drahtloser Mobilkommunikation, direkter Kommunikation zwischen Geräten über mehrere Netzknoten hinweg und von traditionellen, kabelgebundenen Netzen.

Die damit aufgeworfenen Forschungsfragen lassen sich grob in die folgenden Bereiche klassifizieren:

**Netzarchitekturen:** Wie sind die heute streng schichtenartig, wenig flexibel und zentral gesteuerten Netze zu strukturieren, damit eine hohe Interoperabilität zwischen verschiedensten Netzen und Komponenten ebenso gewährleistet ist, wie ihr effizienter, sicherer und wirtschaftlicher Betrieb (vgl. Abb. 1)?

**Technologische Grundlagen:** Die Kommunikation im AmbientWeb erfordert die Unterstützung von Mobilität auf Basis von drahtlosen Technologien. Welche technologischen Grundlagen müssen bereitgestellt werden, um die Leistungsfähigkeit und Qualität dieser drahtlosen Kommunikation zu erhöhen?

**Umgebungsbezogene Fähigkeiten:** Welche Anforderungen ergeben sich aus umgebungsabhängiger und umgebungssensitiver Kommunikation? Wie können Umgebungsinformationen zu günstigen Kosten und mit geringem Energieverbrauch eingebunden werden?

**Selbst-X-Fähigkeiten:** Welche selbstorganisierenden, -optimierenden oder -heilenden Fähigkeiten müssen Netzknoten oder Teilnetze aufweisen, um den hochdynamischen Veränderungen der Netzanforderungen gerecht zu werden? Wie können mit diesen Fähigkeiten die Effizienz, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit im AmbientWeb, einem per se verteilten autonomen System, erbracht werden?

## Ein Szenario

Komplexe Anwendungsumgebungen, wie sie im AmbientWeb in vielfältigster Form auftreten, sind nur auf Basis sehr flexibler miteinander kooperierender Netze zu bewältigen. Ein Mensch, der seinen privaten Raum verlässt und zum Beispiel in eine urbane Einkaufsstraße wechselt und dabei verschiedene Verkehrsmittel nutzt (vgl. Abb. 2), wird sich in der Regel mehrerer (kontinuierlich ineinander übergehender) Netze und darüber angebotener Hilfestellungen bedienen. Beispielsweise wird eine gebotene Assistenz bei der Fortbewegung durch eine umgebungssensitive Orthese überlagert durch Hilfestellung beim Umgang mit dem öffentlichen Nahtransport, bei zwischenzeitlich zu führenden Gesprächen und bei der Navigation hin zu einem Zielort.

Zu den Fragestellungen im Einzelnen:

## Netzarchitekturen

Damit die Datenübertragung preiswerter und effizienter als bisher erfolgen kann, aber auch um das Ausfallrisiko zentraler Systeme zu reduzieren, ist eine verteilte Netzarchitektur notwendig. Im Zuge der dabei zu vollziehenden Wegewahl (routing) wird nach Methoden gesucht, Ressourcen „smart“, das heißt unter Einbeziehung zu gewinnender Kontextinformation zuzuordnen. Dabei werden die Netztopologien ihren bisher weitgehend starren Charakter verlieren, während gleichzeitig selbstorganisierende Prinzipien bei der Bewältigung von Übertragungsaufgaben eine wichtige Rolle übernehmen. Wir erwarten auch, dass sich die zur Verfügung stehenden Frequenzbänder für die Datenübertragung besser als bisher – lediglich 10% des zur Verfügung stehenden Frequenzspektrums ist für aktive Übertragung tatsächlich ausgenutzt – verwerten lassen.

Netzwerkarchitekturen sind typischerweise geschichtet (vgl. Abb. 3). Jeder Schicht wird ein bestimmtes Aufgabenfeld zugeordnet, wobei die niedrigste Schicht die Interaktion mit dem physischen Netz (Adapter, Stecker, Leitungen, Antennen) und die oberste Schicht die direkte Unterstützung der Anwen-

Abb. 1  
Unterschiedliche Netztechnologien bilden ad hoc die notwendigen Netzstrukturen  
Various network technologies compose ad hoc structures

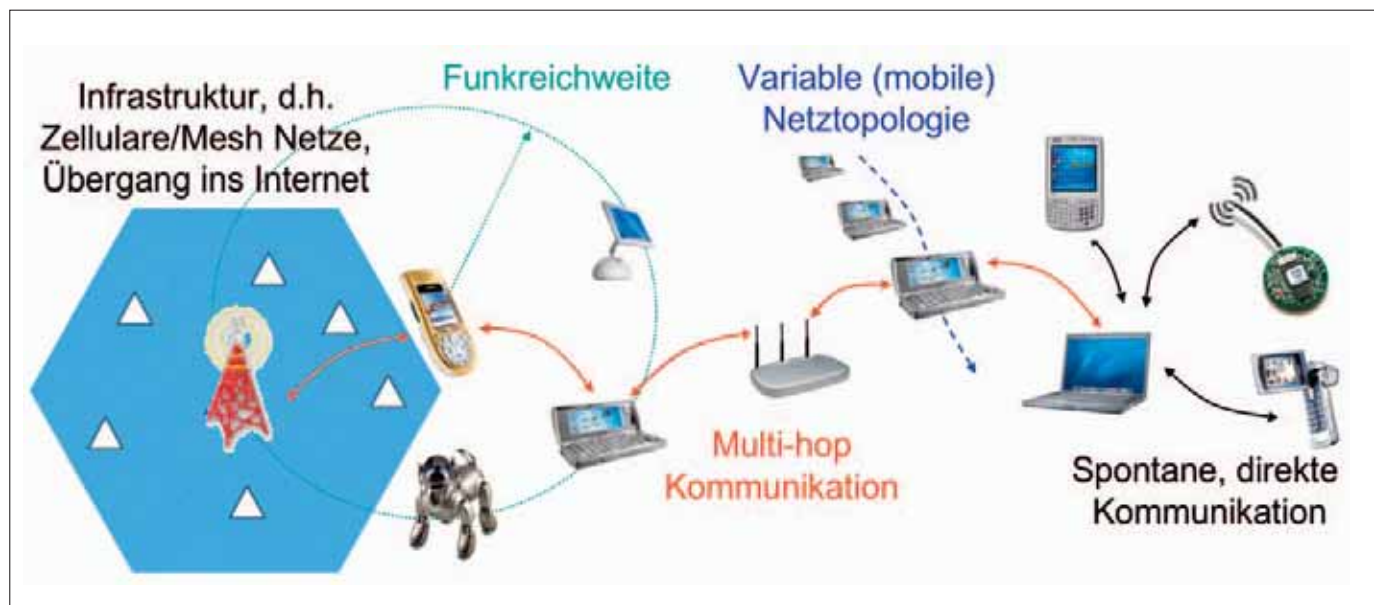




Abb. 2  
Ein einfaches Szenario – mit vielen Herausforderungen an ein AmbientWeb  
Simple scenario with multiple challenges

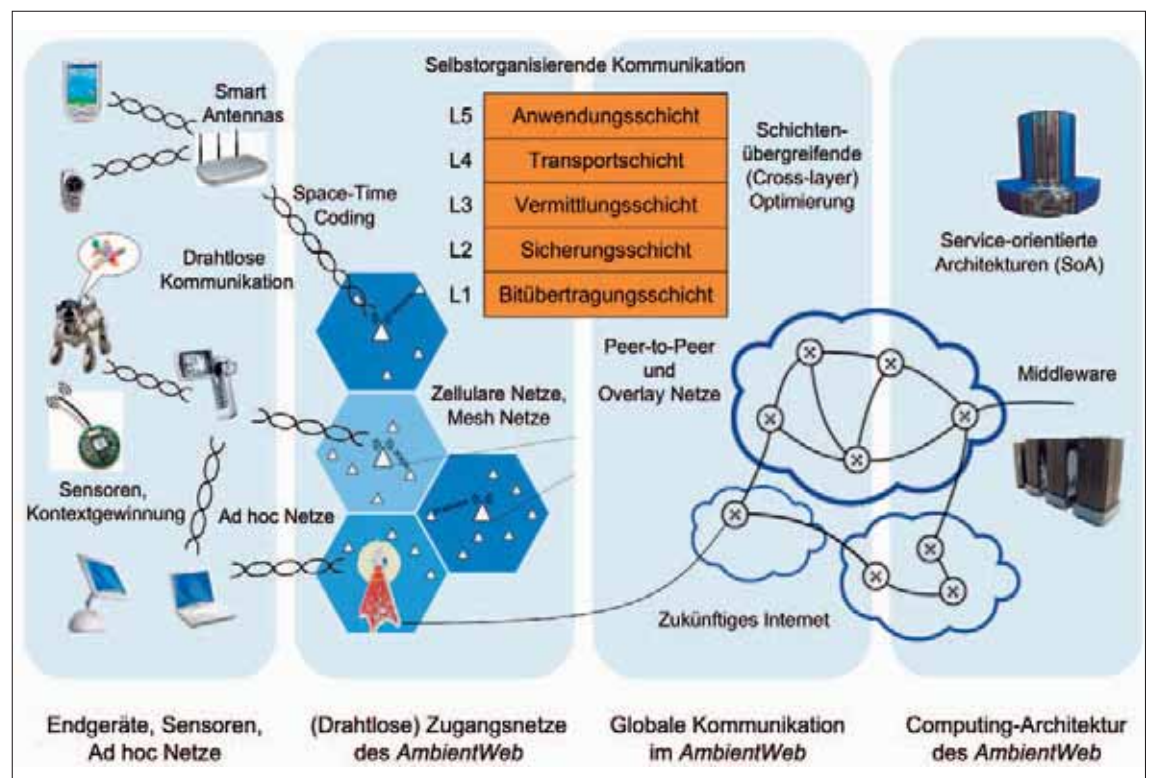
dungen übernimmt. Die Schichten kommunizieren, unter Nutzung der Dienste der nächst tieferen Schicht, mit der Partnerschicht in derselben Ebene im entfernten Gerät bzw. System.

Die optimale Nutzung der Ressourcen in einer flexiblen und komplexen Netzumgebung wie dem AmbientWeb wird durch eine stärkere vertikale Verbindung des „Wissens“ auf den Netzebenen erleichtert. Die sich aus dieser schichtenübergreifenden (cross-layer) Kommunikation ergebenden Konsequenzen für Entwurf, Verwaltung und Betrieb, Erbringung von Dienstgütern und Gewährleistung des Leistungsverhaltens der Netze bilden eine weitere interessante Fragestellung, die über den Anwendungskontext des AmbientWeb weit hinausgeht. Die zu entwerfenden Architekturen schaffen damit eine Verknüpfung der Geräte am Rand des Netzes und deren technologischer Grundlagen (edge-related communications) mit der globalen Kommunikation im AmbientWeb.

### Technologische Grundlagen

Als Basis für die Kommunikation in zukünftigen Zugangsnetzen kommen verstärkt drahtlose Technologien zum Einsatz. Um die hohen Anforderungen an Systemkapazität, Übertragungsrate, Zuverlässigkeit, Netzabdeckung und effiziente Energienutzung erfüllen zu können, zeigen intelligente Mehrantennensysteme (smart antenna systems) interessante Lösungsansätze für zukünftige Funkkommunikationssysteme auf. Mehrantennensysteme bestehen empfangs- und/oder sendeseitig aus mehreren Antennengruppen und verwenden Schlüsseltechnologien wie adaptive Strahlenlenkung (adaptive beamforming) und die Einbeziehung der räumlichen Dimension der Funkübertragung (space-time coding, unter Nutzung von Mehrwegeausbreitung). Adaptive Beamforming ermöglicht das richtungsspezifische Senden und Empfangen von Signalen, während Space-Time Coding

Abb. 3  
Netztechnologien, Sensoren und Endsysteeme bilden ein neues „Eco-System“ für ubiquitäre Dienstleistungen  
Network technologies, sensors and systems form a new eco system for ubiquitous services





**VDI NACHRICHTEN**  
**ZEIGT SICH HIER VON IHRER ATTRAKTIVSTEN SITE.**

**ZUMINDEST FÜR INGENIEURE.\***



Wer als Ingenieur Karriere machen will, findet hier, was man für Berufseinstieg und -aufstieg braucht. Attraktive Jobangebote im Online-Stellenmarkt. Über die Bewerber-Datenbank passende Stellen und direkte Suchanfragen durch Unternehmen, kostenfrei per Jobmail. Aber auch Services wie Karrierecoaching und Bewerbertraining, Gehalts-Check, Firmenpräsentationen und nicht zuletzt die Teilnahme an Recruiting Events.

\* ø 130 000 Visits monatlich auf dem VDI nachrichten-Karriereportal ingenieurkarriere.de (Sitestat 2006).

Das Karriereportal der VDI nachrichten.

**vdi nachrichten**  
ingenieurkarriere.de

Medienübergreifende Jobsuche mit VDI nachrichten: Stellenmarkt · Ingenieur Karriere · ingenieurkarriere.de · Recruiting Events

eine Erhöhung der Übertragungsrate und der Zuverlässigkeit erlaubt. Allerdings sind diese Methoden aktuell häufig suboptimal, stör anfällig oder mit hohem Rechenaufwand verbunden. Es müssen daher effizient berechenbare, robuste Algorithmen entwickelt werden, die den Anforderungen in Bezug auf Übertragungsrate und Zuverlässigkeit gerecht werden.

Die Knappheit des verfügbaren Frequenzspektrums liegt hauptsächlich in seiner ineffizienten Nutzung begründet. Durch die Weiterentwicklung des so genannten Cognitive Radio (Nutzung des aktuell nicht anderweitig genutzten Funkspektrums) wird eine effiziente Zuweisung des Spektrums angestrebt. Dabei teilen sich mehrere Funkssysteme das gleiche Spektralband und je nach Verfügbarkeit und Priorität eines Kommunikationsdienstes wird dieses Band zugewiesen. Beispielsweise wird ein bezahlter Dienst eine hohe Priorität erhalten und damit gegenüber spontanen ad hoc Verbindungen bevorzugt sein. Zur Implementierung von „Cognitive Radio“ sind die Beobachtung der Verteilung des Frequenzspektrums und die Schätzung seiner zukünftigen Verteilung notwendig.

### Umgebungsbezogene Fähigkeiten

Das „Wissen“ eines Netzknotens über seine Umgebung ist eine wesentliche Voraussetzung für ein AmbientWeb. Dazu gehören Informationen über die geografische Lage ebenso wie solche, die über Sensoren gewonnen werden und Aufschluss über Parameter der physischen Umgebung (z.B. Temperatur, Neigungswinkel einer Straßenoberfläche u.ä.) geben. Umgebungswissen hat signifikante Einflüsse auf die Fähigkeit Situationen wie Notfällen zu bewältigen oder auch um Privatheit zu gewährleisten. Algorithmen zur Informationsverdichtung und -extraktion sind Gegenstand von Forschungsprojekten der TU Darmstadt.

### Selbst-X-Fähigkeiten

Ein besonders interessanter Aspekt ergibt sich durch die Möglichkeit, Endsysteme (Laptops, Komponenten im Auto o.ä.) als Vermittlungsknoten bzw. Relay in einem sich selbstkonfigurierenden (ad hoc entstandenen) Teilnetz zu nutzen und dieses über mehrere solcher Systeme hinweg zu betreiben. Bei diesen Vorgängen werden spontane Kommunikationsmuster erzeugt, die nicht an Netzgrenzen haltmachen und dadurch vermaschte drahtlose Ad hoc Netze bzw. Mesh Netze aufspannen. Wir erwarten hier, dass selbstorganisierende Verfahren, die in Ansätzen bereits existieren, verstärkt Aufgaben im Management der zur Verfügung stehenden Ressourcen übernehmen.

Techniken zur Selbstorganisation, -überwachung und -heilung stehen für die beschriebenen infrastrukturlosen und infrastrukturbehafteten drahtlosen Netze am Anfang der Entwicklung und versprechen ein attraktives Forschungsfeld für die nächsten Jahre.

Herausragende nicht-funktionale Eigenschaften von verteilten autonomen Netzen wie deren Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit sollen mittels Selbst-X in dem Maße erhöht werden, um das AmbientWeb zu ermöglichen. Auf Netz- und Applikationsebene können hierzu Peer-to-Peer (P2P)-Netze eine herausragende Rolle spielen, deren Grundstruktur hohe Dezentralität mit hoher Kontextbezogenheit vereinigt.

### Ausblick

Unsere Arbeiten zeigen, dass P2P-Netze als logische Struktur als eine Art „Superstruktur“ (Overlay) über traditionelle Netze gelegt, bereits heute viele der gewünschten Eigenschaften des AmbientWeb realisieren. Overlays auf Basis dezentraler, autonomer Entitäten sollen in den nächsten Jahren in dem anspruchsvollen Umfeld von drahtlosen, vermaschten Ad hoc- und Mesh-Netzen zur Anwendungsreife gebracht werden.

## Die Fachgebiete Multimedia Kommunikation, Nachrichtentechnische Systeme und Kommunikationstechnik

Die Fachgebiete Multimedia Kommunikation, Nachrichtentechnische Systeme und Kommunikationstechnik gehören dem Fachbereich 18 (Elektrotechnik und Informationstechnik) an.

In Forschung und Lehre stehen digitale Kommunikationstechnologien und vernetzte Systeme im Vordergrund. Im Gebiet Multimedia Kommunikation sind dies vor allem Themen in den Feldern Kommunikationsnetze, wie z.B. IT-Architekturen, Infrastrukturen für ubiquitäre Kommunikationsdienste, Mobile Netze und Peer-to-Peer-Netze, sowie die Erstellung, Verwaltung und Verwendung von Wissensdokumenten. Basistechnologien der mobilen Kommunikation und Aspekte der effizienteren Nutzung von Übertragungstechnologie (Antennen) und limitierten Ressourcen (insbes. Energie, Raum und Frequenzspektren) zählen zu den Forschungsgegenständen der Bereiche Nachrichtentechnische Systeme und Kommunikationstechnik.

Ansprechpartner

#### Fachgebiet Nachrichtentechnische Systeme

Prof. Dr. Alex B. Gershman  
Merckstr. 25 • D-64283 Darmstadt  
Tel.: 06151/16-5348 • Fax: 06151/16-5545  
E-Mail: gershman@nt.tu-darmstadt.de  
www.nas.tu-darmstadt.de

#### Fachgebiet Kommunikationstechnik

Prof. Dr.-Ing. Anja Klein  
Merckstr. 25 • D-64283 Darmstadt  
Tel.: 06151/16-5156 • Fax: 06151/16-5394  
E-Mail: a.klein@nt.tu-darmstadt.de  
www.kt.tu-darmstadt.de

#### Fachgebiet Multimedia Kommunikation

Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz  
Merckstr. 25 • D-64283 Darmstadt.  
Tel.: 06151/16-6151 • Fax: 06151/16-6152  
E-Mail: Ralf.Steinmetz@KOM.tu-darmstadt.de  
www.multimedia-communications.net

## The NEC Europe Ltd. Network Laboratories in Heidelberg have openings for Research Staff Members/Software Engineers/Standards Engineers

in the field of future technologies for mobile communications. Experiences in one of the following fields are of advantage:

- mobile communications and next generation networks
- communications security architectures and protocols,
- Internet signaling protocols (SIP),
- embedded systems, ad-hoc and wireless sensor networks,
- context-aware services and context processing in large scale distributed systems,
- middleware and service platforms (J2EE, .NET, Web Services).

Work includes collaborative research projects with industrial and academic partners in the framework of European research programs, NEC internal product and prototype developments, as well as standardization work in international fora like 3GPP, OMA, IETF, IEEE and ETSI TISPAN. It is expected that research staff members participate in all aspects of research, development, trials, scientific publications and standardization. A strong interest in pre-product development of communication and security protocols as well as mobile applications is required. English is the working language in the Laboratories.

You should have experience in developing communication protocols, services, middleware and/or security solutions. Target platforms will be PCs and embedded systems. We expect knowledge in software development methodologies and experiences in the programming languages C, C++ and/or Java. A good understanding of distributed application architectures is required. We expect a graduate degree in computer science or electrical engineering. NEC offers competitive salaries and fringe benefit packages.

Candidates are invited to send their applications and specific interests by email to:

Dr. Heinrich J. Stüttgen

Network Laboratories

Kurfürstenanlage 36

Tel. +49 6221 4342-0

General Manager

NEC Europe Ltd.

D 69115 Heidelberg

Fax. +49 6221 4342-155

Email: [stuttgen@netlab.nec.de](mailto:stuttgen@netlab.nec.de)

For further information on the lab and its projects, please visit our website at [www.netlab.nec.de](http://www.netlab.nec.de). For general information on Heidelberg, city of research and romance, please look at [www.heidelberg.de](http://www.heidelberg.de).

 ETO MAGNETIC

Deutschland - Polen - USA - China



### Fahrzeugpneumatik Fahrzeughydraulik Industrieapplikationen

In vielen industriellen Anwendungen, die durch Elektromagnete und Ventile bewegt oder geschaltet werden können, finden sich ETO MAGNETIC Produkte - weltweit, Tendenz steigend.

Mit unseren internationalen Kunden zu wachsen, in Zukunftsmärkte zu investieren, Kompetenzen in Qualität und Leistung neu zu definieren, sind die Ziele der ETO MAGNETIC KG.

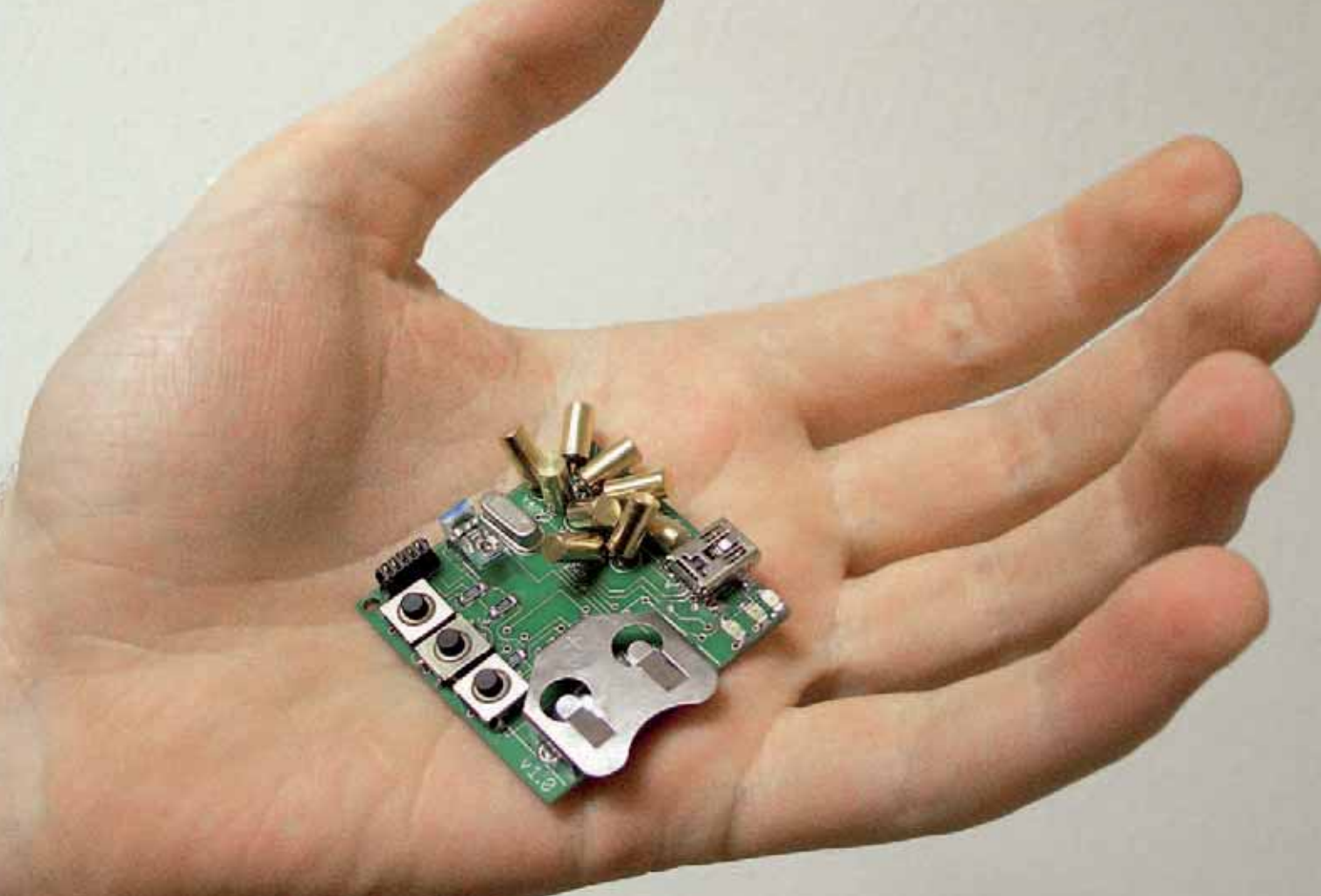
Menschen mit Ideen, Kreativität und dem Willen Neues zu erschaffen, sind die Grundlagen unseres Erfolges. Begleiten Sie uns!

### Gemeinsam zum Optimum

Mehr Infos und unser komplettes Stellenangebot finden Sie im Internet unter: [www.etomagnetic.de](http://www.etomagnetic.de)

ETO MAGNETIC KG

Hardtring 8 • 78333 Stockach • Telefon 07771 809-0



# Energieeffiziente Datenverarbeitung auf modularen Sensorknoten

Kristof Van Laerhoven/Bernt Schiele

Der technologische Fortschritt in Miniaturisierung und Datenübertragung ermöglicht es mittlerweile, Sensoren von der Stange zu kaufen, die immer kleiner und energiesparender werden. Dadurch verschiebt sich der Forschungsschwerpunkt auf die Ebene der Datenverarbeitung, denn trotz der wachsenden Leistung von miniaturisierten eingebetteten Systemen ist diese immer noch der Flaschenhals. Wir zeigen hier in einem Beispiel, wie wir Sensordaten auf niedriger Ebene erfassen und lokal im Sensormodul auswerten. Das Sensormodul ist für die Überwachung und Aufzeichnung von menschlichen bewegungsbasierten Aktivitäten über einem längeren Zeitraum ausgelegt. Dessen Entwurf vereinigt verschiedene sensorische Modalitäten, um effizientes Erfassen von Körperhaltung und Beschleunigung zu ermöglichen. Der Sensorknoten verwendet dazu eingebettete Algorithmen, die von den rohen Sensordaten abstrahieren.

**Energy-efficient data processing embedded in sensors** *With electronic sensors getting smaller and more power-efficient, much of the research focus has now turned on the processing of their data. We present an example of how we aim at interpreting low-level sensor data locally in the sensor module, with a sensor that is devised to monitor and record human, motion-based activities over long quotidian periods of time. Its design fuses different sensing modalities to allow efficient capturing of posture and acceleration stimuli, and incorporates embedded algorithms that abstract from the raw sensory data.*

Abb. 1  
Das Porcupine: Ein kompaktes Sensormodul für die Überwachung und Aufzeichnung von menschlichen bewegungsbasierten Aktivitäten über einem längeren Zeitraum.

The Porcupine: A lightweight sensor module which monitors and stores human motion-based activities over long periods of time.

## Einleitung

Haltungs- und Bewegungsmuster eines menschlichen Körpers sind Schlüsselindikatoren für den emotionalen Zustand und das Wohlbefinden einer Person [1]. Die Erfassung von Gesten und Posen von Tänzern, Schauspielern und in letzter Zeit auch von Patienten werden immer mehr von der Forschungsgemeinde beachtet. Übliche Methoden für die Bewegungserfassung benutzen Tags und externe Sensoren, wie Videokameras [2], Ultraschallempfänger, oder Anzüge, die Rotation und Beschleunigung mit einer hohen Präzision messen [3]. Mit diesen traditionellen Methoden und der heutigen Technologie ist es kostspielig und umständlich, alle Aspekte der Körperbewegung und Posen im Laufe des Tages zu erfassen.

Das in diesem Artikel beschriebene Sensormodul, das Porcupine (Abb. 1), liefert Daten, die genau genug sind, um die Art der vom Träger durchgeführten Aktivitäten, beispielsweise Sitzen, Stehen, Laufen, Treppensteigen oder Fahrradfahren, zu erkennen. Das Sensormodul ist dabei jedoch nicht dafür ausgelegt, ebenso feinkörnig und präzise wie kommerzielle Bewegungserfassungsanzüge zu sein, hat allerdings den großen Vorteil, einfacher und unkomplizierter für den Träger zu sein. Der vorgestellte Ansatz behandelt die Abstraktion der Sensordaten im Sensorknoten selbst und die dynamische Umschaltung auf die am besten geeignete Eingabemodalität.

## Das Porcupine

Sowohl der Hardware- als auch der Software-Entwurf beeinflussen die Implementierung des Sensormoduls: Die auf dem Sensorknoten implementierten Algorithmen geben nicht nur vorverarbeitete Sensordaten aus, sondern bestimmen auch, welche Sensoren aktiviert werden und mit welcher Geschwindigkeit der Mikrocontroller arbeiten soll. Das Sensormodul wurde in erster Linie entworfen um die energieeffiziente Erkennung von Bewegung und Haltung eines Körpers zu ermöglichen, an dem es befestigt ist.

Wie bei vielen energieeffizienten Entwürfen bestimmt die Notwendigkeit, so wenig Energie wie möglich zu verbrauchen, die Auswahl der Algorithmen und der einzelnen Komponenten des Sensormoduls (im Speziellen den Mikrocontroller und die Sensoren).

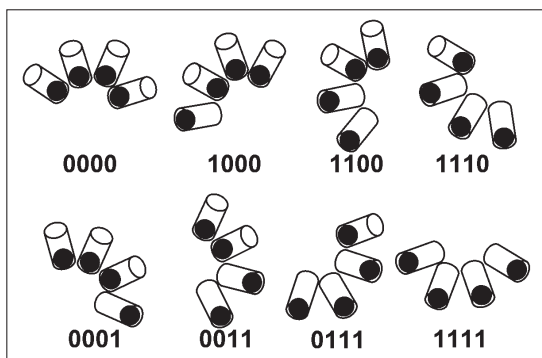


Abb. 2  
Eine Kombination von vier Ballschaltern, die in 45° Winkeln zueinander angeordnet sind, für eine sehr grobe Erkennung von Drehung in eine Ebene.

A combination of four ball switches that are placed in 45-degree angles from each other, allows a coarse-grained estimation of orientation in one plane.

Im vorliegenden Fall hatte die Auswahl auch Einfluss auf die Datenanalyse selbst. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, dass Menschen nicht andauernd in Bewegung sind.

Um Bewegungen über einen längeren Zeitraum aufzuzeichnen, wurde der Algorithmus des Sensormoduls so konstruiert, dass er zwischen zwei Sensortypen wechseln kann: Einem Ballschalter zur groben Erkennung von Körperhaltung und einem Beschleunigungssensor für präzisere Bestimmungen. Ein dritter Modus, der Schlafmodus, wird aktiviert, wenn über einen Zeitraum keine Bewegung wahrgenommen wird.

Der erste Sensortyp im Porcupine ist ein Schalter, der Neigungen erkennt. Eine Kombination von neun solchen Schaltern, die in 45° Winkeln zueinander angeordnet sind, deckt eine sehr grobe Erkennung von Drehung in drei Ebenen ab. Der einfachste Weg, die Funktionsweise dieses zu visualisieren, ist die Darstellung auf eine Ebene zu beschränken. Dies ist in Abb. 2 dargestellt. Die anderen beiden Ebenen arbeiten analog, wobei bemerkt werden muss, dass nur neun anstatt zwölf Schalter benötigt werden, da gemeinsame Schalter zwischen den Ebenen vorhanden sind. Die Neigungsschalter benötigen viel weniger Energie als der Beschleunigungssensor und außerdem liegt die Ausgabe der Neigungsschalter binär vor, weswegen die Verarbeitung und Speicherung schneller und einfacher gegenüber Beschleunigungssensoren ist, speziell wenn mehrere Schalter kombiniert werden [5].

Der Beschleunigungssensor (ADXL330 von Analog Devices) misst sowohl Beschleunigung und Lage in drei Achsen mit einer deutlich höheren Auflösung als die binären Ballschalter. Im Vergleich zu den Ball-

Abb. 3  
Die zwei Versionen von Porcupine: Links, die frühere Version, die als Aufsteckmodul zum BSN-Knoten konzipiert wurde; rechts die neue Version als eigenständiges Modul mit USB-Anschluss, 3D-Beschleunigungssensor, Ballschalter, zwei Lichtsensoren, Temperatursensor, integriertem Speicher und einer Echtzeituhr.

The two versions of the Porcupine: Left, the earlier version as an add-on board for the BSN node; Right, the new version as a single board with USB connector, 3D acceleration sensor, tilt switches, 2 light sensors, a temperature sensor, memory storage and a real-time clock.

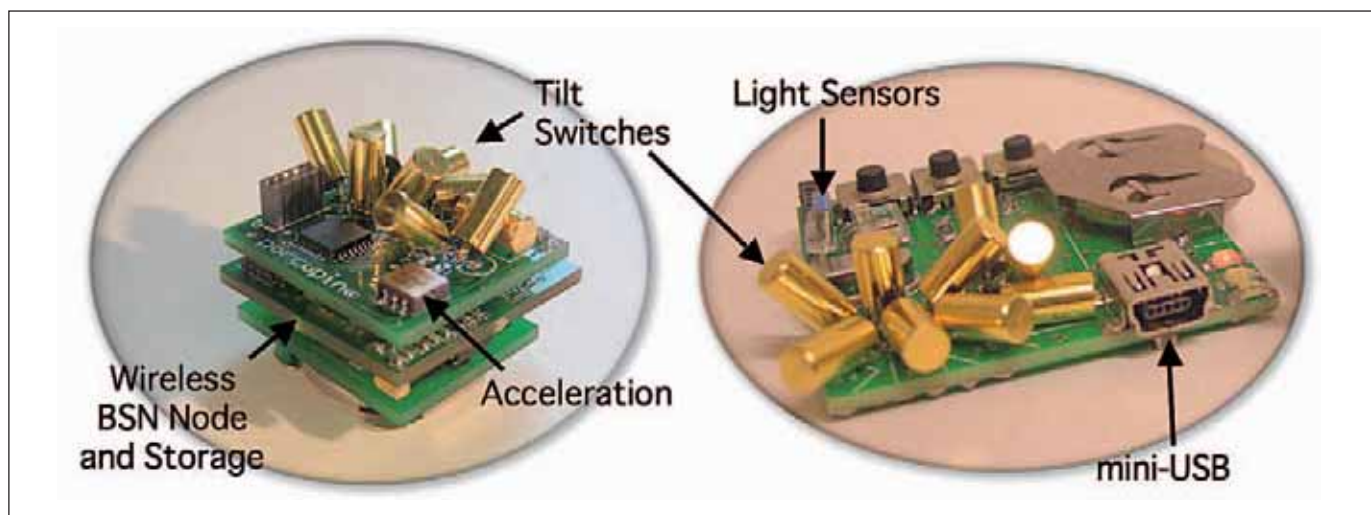
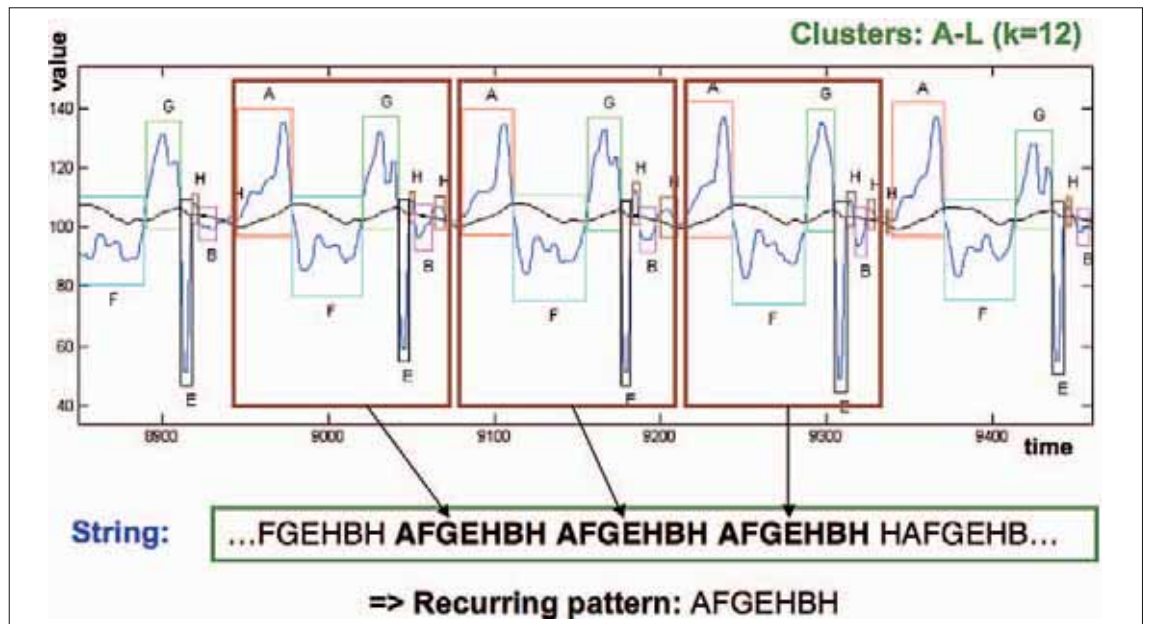


Abb. 4 Beschleunigungsdaten von einer Achse (blaue Linie) über ein paar Sekunden, die aufgenommen worden sind, während der Träger mit dem Porcupine am rechten Bein angeschnallt Treppen gestiegen ist. Spitzen in den Daten werden extrahiert und lokal in Zeichenketten geclustert, die später analysiert werden können, um typische Aktivitäten zu erkennen, wie das Sitzen, Laufen, Rennen, Fahrradfahren usw.

Acceleration data from one axis (blue line) over a few seconds, while the wearer was climbing stairs with the Porcupine worn on the right leg. Peaks in the data are extracted and clustered locally into strings, which can later be analysed for typical patterns of activity (such as sitting, walking, running, bicycling, etc.).



schaltern benötigt er jedoch signifikant mehr Energie für den Messvorgang. Der größte Nachteil jedoch ist, dass der Mikrocontroller mit einer höheren Taktfrequenz laufen muss und mehr Verarbeitungsschritte durchführen muss, um die Beschleunigungsdaten zu verarbeiten.

Die erste Version dieses Sensormoduls (Abb. 3, links) wurde entworfen, um auf einen 'Wireless Body Sensor Network Node' (BSN-Node, entwickelt am Imperial College, London) aufgesteckt zu werden, mit dem es über eine serielle RS232 Schnittstelle kommuniziert. Dieses Modul bietet sowohl die Möglichkeit zur lokalen Speicherung von Daten (512 KB), als auch die Möglichkeit, die Daten drahtlos in ein Netzwerk zu senden.

Die neue Version (Abb. 3, rechts) ist ein eigenständiges Modul, das zusätzlich zu den oben genannten Sensoren auch 2 Lichtsensoren, einen Temperatursensor, eine Echtzeituhr zum Zeitstempeln der Daten, sowie bis zu 8 MB integrierten Speicher und USB-Kommunikation bietet. Der Mikrocontroller (PIC18F4550, Microchip) wurde explizit ausgewählt, weil es bei dieser Variante möglich ist, die interne Prozessorgeschwindigkeit zu verändern. Beim Auslesen der Ballschalter läuft er bei einer geringen Geschwindigkeit

von 31 kHz, während er beim Auslesen von Beschleunigungsdaten zu 8 MHz wechseln kann. Der Mikrocontroller kann auch in den Energiesparmodus gehen, falls längere Zeit keine Änderung der Ballschalter und der Beschleunigungsdaten auftreten. Schließlich kann er die Prozessorgeschwindigkeit auf 48 MHz erhöhen, um eine schnelle Datenübertragung über USB zu ermöglichen, wobei der Mikrocontroller in diesem Modus den USB-Anschluss als Energieversorgung verwendet statt der integrierten Batterie.

## Langfristige Aufzeichnung von Aktivitäten durch Algorithmen

Das Ziel der Arbeit liegt in der langfristigen Aufzeichnung von Aktivitätsmustern. Die Herausforderung dabei ist es, eine optimale Lösung für die Randbedingungen zu finden. Einerseits sollen möglichst viele Informationen über Aktivitäten gesammelt und gespeichert werden. Das benötigt Energie und Speicherplatz. Andererseits muss die Implementierung mit den limitierten Ressourcen einer eingebetteten Hardware-Plattform zurecht kommen. Das bedeutet, dass Daten möglicherweise weggelassen, da Rechenleistung und Speicherplatz knapp sind.

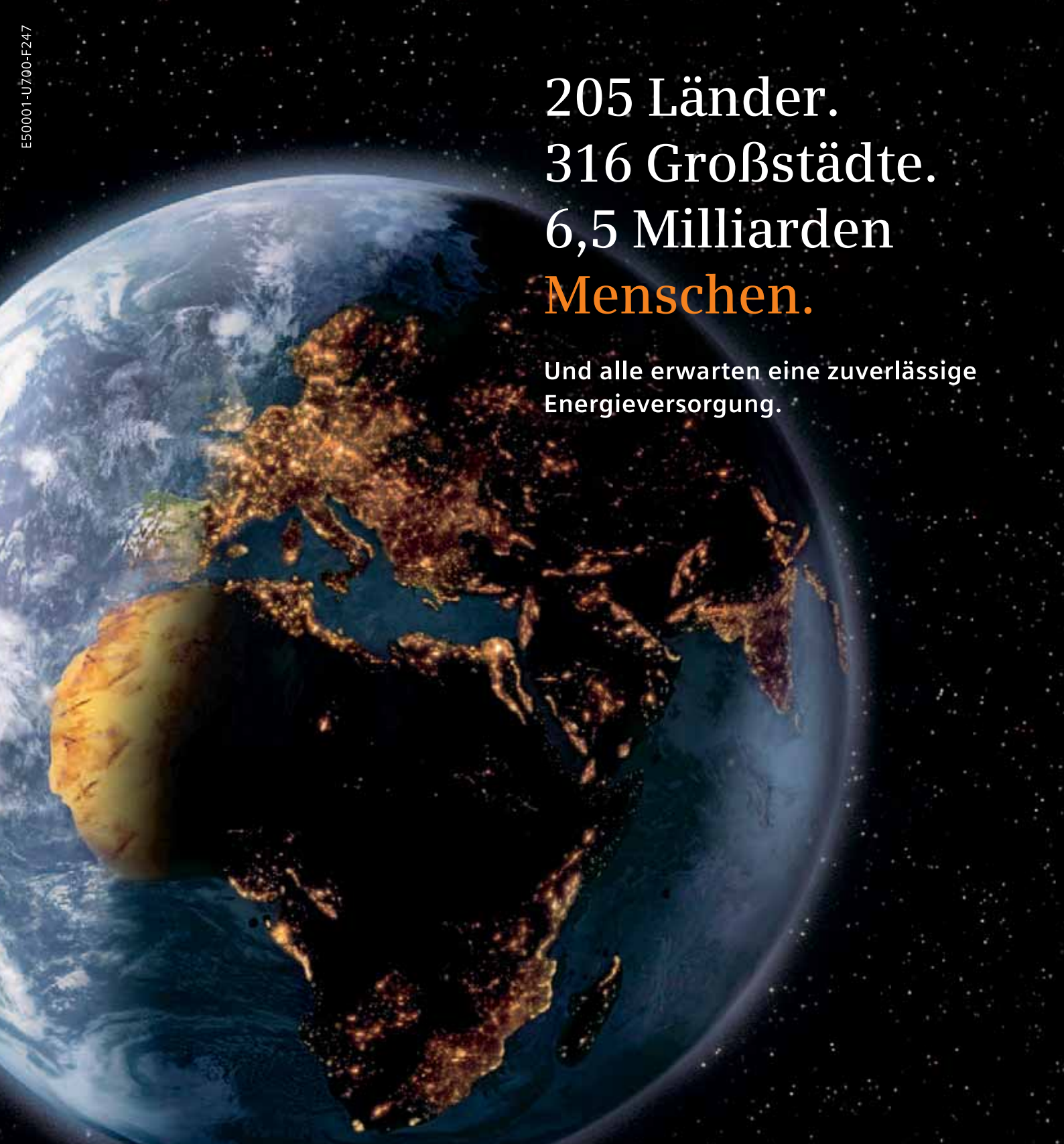
Der erste Schritt in der Verarbeitung der Beschleunigungsdaten ist der so genannte Spitzenextraktion („Peak Extraction“). Hier werden die Daten stark komprimiert, indem nur die Breite und die Höhe von Spitzen in den Daten relativ zum aktuellen Durchschnittswert aufgezeichnet werden. Nur Spitzen außerhalb eines Epsilonschlauches (positiver und negativer Schwellwert) um den Durchschnitt werden dabei gespeichert, um Rauschen in den Daten auszufiltern. Somit wird viel Speicherplatz gespart, ohne die Charakteristiken der Bewegungsmuster zu verlieren.

Im zweiten Schritt (wie in Abb. 4 dargestellt) werden Folgen von Spitzen gesucht, die Bewegungen charakterisieren, und im letzten Schritt Aktivitäten wiederum als verschiedene Folgen von Bewegungen erkannt. Ein wichtiger Teil dieses Prozesses ist das Clustern oder Gruppierung von Spitzen, wo jede Art von Spitze einem Zeichen zugeordnet wird. Somit

Abb. 5 Das Porcupine an der dominanten Hand getragen und in einer Schutzhülle eingekapselt.

The Porcupine worn around the dominant hand and encased in a protective shell.





205 Länder.  
316 Großstädte.  
6,5 Milliarden  
**Menschen.**

Und alle erwarten eine zuverlässige  
Energieversorgung.

Die Welt wächst und verändert sich mit zunehmendem Tempo. Und die Nachfrage nach Energie wächst sogar noch schneller. Traditionelle Wege der Energieversorgung reichen da nicht mehr aus. Aus diesem Grund baut Siemens auf Innovation. So begegnen wir heute schon den Herausforderungen der Zukunft. Mit effizienten, zuverlässigen und umweltschonenden Lösungen – rund um den Planeten.

Delivering power to the planet.

[www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy)

kann man die Beschleunigungsdaten einer Achse als eine Zeichenkette darstellen und in dieser Zeichenkette nach Mustern suchen, um Bewegungen und schließlich Aktivitäten zu entdecken.

## Zusammenfassung und Ausblick

Wir haben ein neues Sensormodul vorgestellt, das direkt auf der untersten Ebene Daten abstrahiert, um menschliche Aktivitäten zu erkennen. Ein mögliches Anwendungsgebiet für dieses Modul wäre beispielsweise das Diagnostizieren von bipolaren Patienten, bei dem die verschiedenen Phasen der Depression und Manie durch die über längerer Zeit aufgenommenen Bewegungsmuster erkannt werden können. Weitere Anwendungen der Medizinforschung sind die Schlafmusteranalyse (Somnographie) und die Analyse von chronischen Schlafstörungen (Circadian Rhythm Analysis).

## Literatur

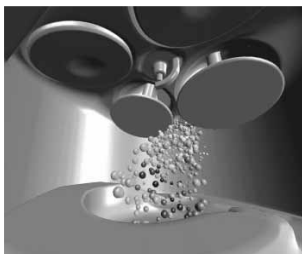
- [1] Schouwstra, S J., Hoogstraten J; „Head position and spinal position as determinants of perceived emotional state“, *Perceptual & Motor Skills*. 81(2). 1995.
- [2] Song Y., Feng X. and Perona. P; „Towards Detection of Human Motion“, In *IEEE Proc. of Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. I. 2000.
- [3] Animazoo Gipsy, <http://www.animazoo.com>
- [4] Van Laerhoven, K, Gellersen, H.-W., and Malliaris, Y; „Long-Term Activity Monitoring with a Wearable Sensor Node“, 3rd Intl. Workshop on Body Sensor Nodes, MIT, Boston. IEEE Press, 2006.
- [5] Van Laerhoven, K., and Gellersen, H.-W; „Spine versus Porcupine: a Study in Distributed Wearable Activity Recognition“, 8th Intl. Symp. on Wearable Computers, ISWC 2004, Arlington, VA, IEEE Press, 2004.
- [6] Van Laerhoven, K. and Cakmakci, O; „What Shall We Teach Our Pants?“, 4th Intl. Symp. on Wearable Computers, ISWC 2000, Atlanta, GA. ISBN: 0-7695-0795-0; IEEE Press, 2000.

## Zu den Autoren

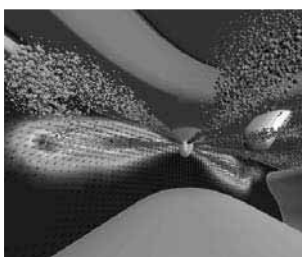
**Kristof Van Laerhoven** studierte Informatik an der Universität Limburg und der Universität Brüssel (Belgien). Anschließend arbeitete er für Starlab Research von 1999 bis 2001, und promovierte 2005 an der Lancaster University (GB). Seit 2006 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Darmstadt. Kristof Van Laerhovens Forschungsinteressen liegen auf dem Gebiet der Mustererkennung mit miniaturisierten und tragbaren Sensoren, Sensornetzwerken und Ubiquitous Computing.

**Bernt Schiele** studierte Informatik an der Uni Karlsruhe und der ENSIMAG in Grenoble, Frankreich. 1997 promovierte er in Bildverarbeitung am INPG, Frankreich, war PostDoc und Visiting Assistant Professor am MIT, Cambridge, MA, USA und Visiting Scientist an der CMU, Pittsburgh, PA, USA bevor er 1999 zum Assistenzprofessor der ETH Zürich berufen wurde. Seit 2004 ist er Professor an der TU Darmstadt. Seine Forschungsthemen sind in den Bereichen wearable computing, machine learning, ubiquitous computing und computer vision.

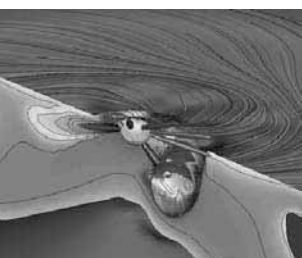
E-Mail: [schiele@informatik.tu-darmstadt.de](mailto:schiele@informatik.tu-darmstadt.de)



Gasoline fuel injection



Diesel spray and combustion



Ignition of natural gas

## AVL FIRE is one of the key elements in AVL's simulation software suite.



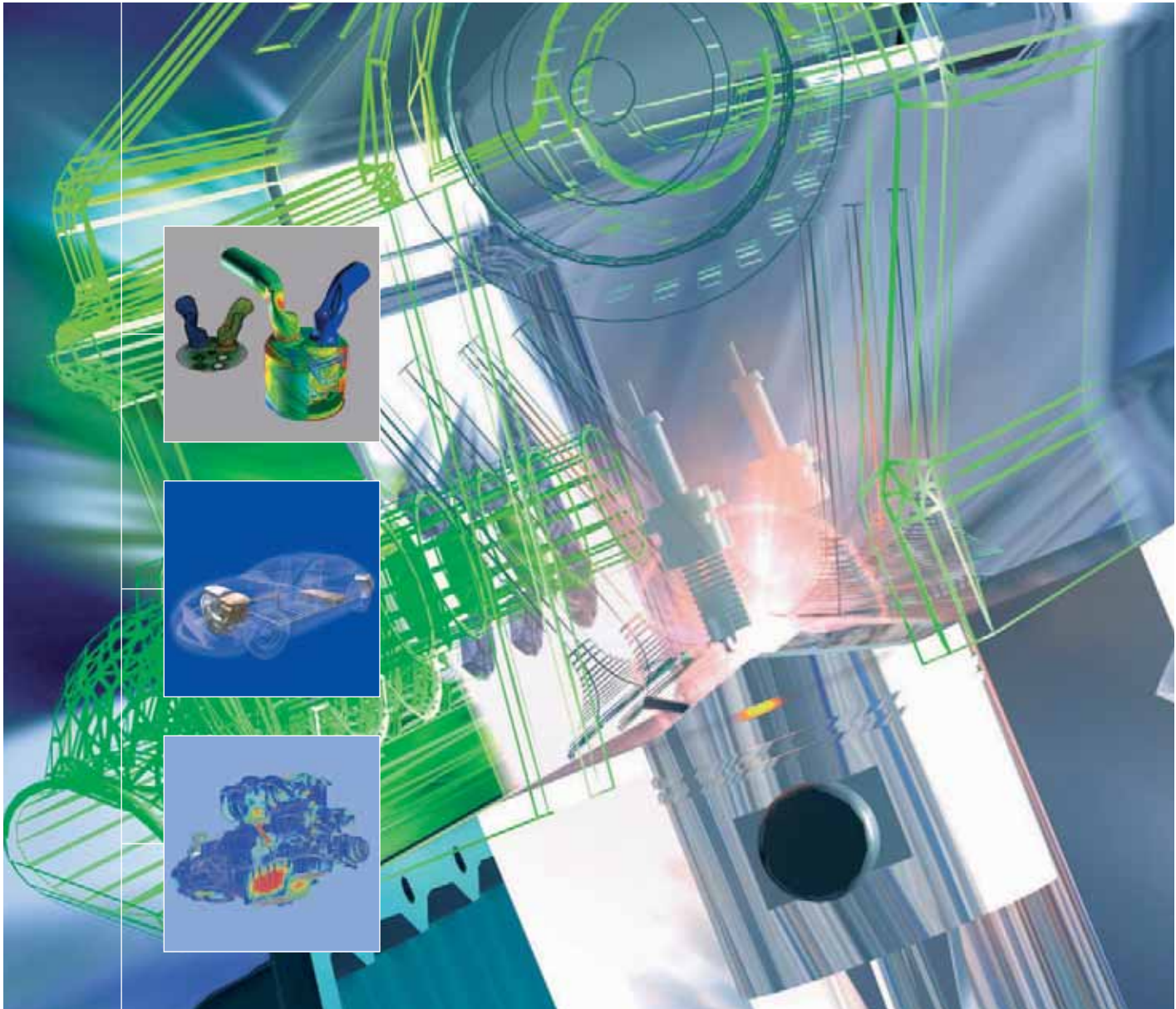
Handling most demanding flow problems in respect to both geometric complexity and chemical and physical modeling FIRE is particularly designed for computing fluid flow problems related to internal combustion engines. This includes the simulation of in-cylinder phenomena such as gas exchange, fuel injection, mixture generation, combustion and emission formation, but also calculating flows in injection equipment, exhaust gas aftertreatment systems and coolant flows.

Unique capabilities for simulating flow phenomena in injection devices, including non-linear cavitation effects and the prediction of wear due to cavitation are offered by the FIRE Multiphase module.

Spray and wall-film models provide worldwide leading technology for CFD simulation of mixture formation in all types of spark ignited and compression ignition engines. The FIRE Combustion Module accounts for fast and easy analysis and optimization of spark and auto ignition, flame propagation and pollutant formation.

A wide range of capabilities related to the simulation of flow, heat transfer and catalytic surface reactions for various types of exhaust gas after-treatment devices is offered within the FIRE Aftertreatment module.





## AVL Advanced Simulation Technologies – More Than Just Good Software

AVL's simulation experience and work is driven by three core competencies that position AVL Advanced Simulation Technologies as a strong partner for all your simulation tasks.

- High Fidelity System Simulation Models
- Powertrain Engineering Inside
- Close Link to Testing

You benefit from easy-to-interpret results, consistent simulation models and integrated, multidimensional simulation platforms for all development phases.

AVL ADVANCED SIMULATION TECHNOLOGIES  
HANS-LIST-PLATZ 1, A-8020 GRAZ  
PHONE: +43 316 787-0, FAX: +43 316 787-137  
EMAIL: INFO@AVL.COM, WWW.AVL.COM



CONNECTING EXPERIENCE



# Intelligente Schnittstellen

Ralph Bruder/Bernt Schiele

Intelligente Schnittstellen zu den Diensten und Geräten eines AmbientWeb ermöglichen es, unterschiedlichste Nutzergruppen zu unterstützen – von Gelegenheitsnutzern und unerfahrenen Anwendern bis hin zu professionell ausgebildeten Teilnehmern. Die intelligenten Schnittstellen müssen sich an Fähigkeiten, Bedürfnisse des Nutzers sowie an kontextabhängige Gegebenheiten anpassen, um eine Interaktion zwischen Mensch und Maschine zu vereinfachen. Statistische Vorhersagen über das Benutzerverhalten müssen zudem auf lernende Komponenten des AmbientWeb abgebildet werden.

*Intelligent interfaces to the AmbientWeb services and devices aim at empowering a large and diverse population ranging from the casual and unexperienced to the highly trained users to fulfill their needs and achieve their tasks. Interfaces that can adapt to user's characteristics, abilities, skills, needs and context of usage will be essential to simplify human-machine interaction. Furthermore statistical predictions of user behaviour will be mapped to learning components of the AmbientWeb.*

Portables Gerät zur Erfassung der Blickbewegung  
Portable device for capturing eye movement

## Ausgangssituation

Die Gebrauchstauglichkeit (usability) der Mensch-Maschine-Interaktion durch möglichst viele Nutzer in möglichst vielen unterschiedlichen Situationen ist eine notwendige Voraussetzung für die Akzeptanz und damit den kommerziellen Erfolg eines AmbientWeb. Die Interfaces der im AmbientWeb zur Verfügung gestellten Geräte, Objekte und Services müssen einfach und intuitiv nutzbar sein, damit eine große und heterogene Nutzergruppe von Gelegenheitsnutzern und unerfahrenen Anwendern bis hin zu professionell ausgebildeten Nutzern ihre jeweiligen Ziele effektiv, effizient und mit einem hohen Grad an Zufriedenheit erfüllen kann (in Anlehnung an die Definition des Begriffes Usability in ISO 9241). Zur Vereinfachung der Mensch-Maschine-Interaktion müssen sich die im AmbientWeb genutzten Interfaces an die Eigenschaften, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Bedürfnisse ihrer jeweiligen Nutzer und den aktuellen Nutzungskontext anpassen. Genau diese Anpassbarkeit ist bei den aktuell im Einsatz befindlichen interaktiven Systemen nur eingeschränkt vorhanden, da diese häufig zu statisch und kaum lernfähig sind.

## Lösungsansätze

Aufbauend auf den an der TU Darmstadt vorhandenen Erfahrungen werden im folgenden Lösungsansätze hinsichtlich der Entwicklung einfacher, intuitiv nutzbarer multimodaler Interfaces und der vorhersagenden Modellierung von Nutzern vorgestellt.

### Einfache und intuitiv nutzbare multimodale Interfaces

Der Entwurf von einfachen und intuitiv nutzbaren Mensch-Maschine-Interfaces ist eines der wichtigsten Ziele der Gebrauchstauglichkeit [4]. In der Regel beschäftigt sich die Forschung im Gebiet der Gebrauchstauglichkeit mit der Interaktion einzelner Nutzer mit einzelnen Produkten [6]. Unter Verwendung typischer Methoden der Usability Forschung (z.B. Blickbewegungsanalyse [10], rechnergestützte Handlungsanalysen, psychophysiologische Indikation, Interviewtechniken) wurden an der TU Darmstadt eine Vielzahl von Untersuchungen zur Gebrauchstauglichkeit von unterschiedlichen Produkten aus dem privaten (z.B. Waschmaschinen, In-Flight-Entertainmentssysteme) und dem beruflichen (z.B. Dentalröntgenregerät) Umfeld durchgeführt.

Zukünftig werden wir uns noch stärker der Frage widmen, wie sich die zeitgleiche Interaktion von Menschen mit mehreren Produkten auf die Gebrauchstauglichkeit auswirkt und wie sich der jeweils spezifische Nutzungskontext in Studien zur Gebrauchstauglichkeit berücksichtigen lässt. Ein Beispiel für eine Methode zur detaillierten Untersuchung des Nutzerverhaltens während der Interaktion mit einem Mensch-Maschine-Interface stellt das Maus-O-Meter [5] dar, mit dem sämtliche Bewegungen des Mauszeigers während des Interagierens mit einem Webangebot aufgezeichnet und ausgewertet werden können. Die Kenntnis über die jeweiligen Nutzungskontexte ist aber nicht nur für die Analyse der Gebrauchstauglichkeit von Interfaces von hohem Interesse, sondern eine wichtige Voraussetzung für die Anpass-

barkeit von kontextabhängigen Interfaces an die jeweiligen Kontexte von Nutzern.

Hierbei muss für den Nutzer der Zusammenhang zwischen Anpassung und dem erkannten Kontext insofern nachvollziehbar und vorhersagbar sein, dass er die Interfaces seinen Bedürfnissen entsprechend gestalten kann. An der TU Darmstadt haben wir z.B. untersucht, wie die Unterbrechbarkeit (Kontextinformation) einer Person aufgrund von Sensordaten (Audio und am Körper getragene Beschleunigungssensoren) geschätzt werden kann [7, 8]. Diese Kontextinformation kann dazu verwendet werden zu entscheiden, welche Nachrichten die Person in der derzeitigen Situation erhalten soll abhängig von der Dringlichkeit der Nachricht. In diesem Zusammenhang wurde auch untersucht, ob und wie der Nutzer den Zusammenhang zwischen erkanntem Kontext und Verhalten des Interfaces nachvollziehen kann, [2, 3]. Da Kontexterkenkung selten perfekt sein kann ist es hierbei oft essentiell, dem Nutzer nicht nur Rückmeldung zu geben, sondern auch – wenn erforderlich – minimale Interaktionen einzuführen.

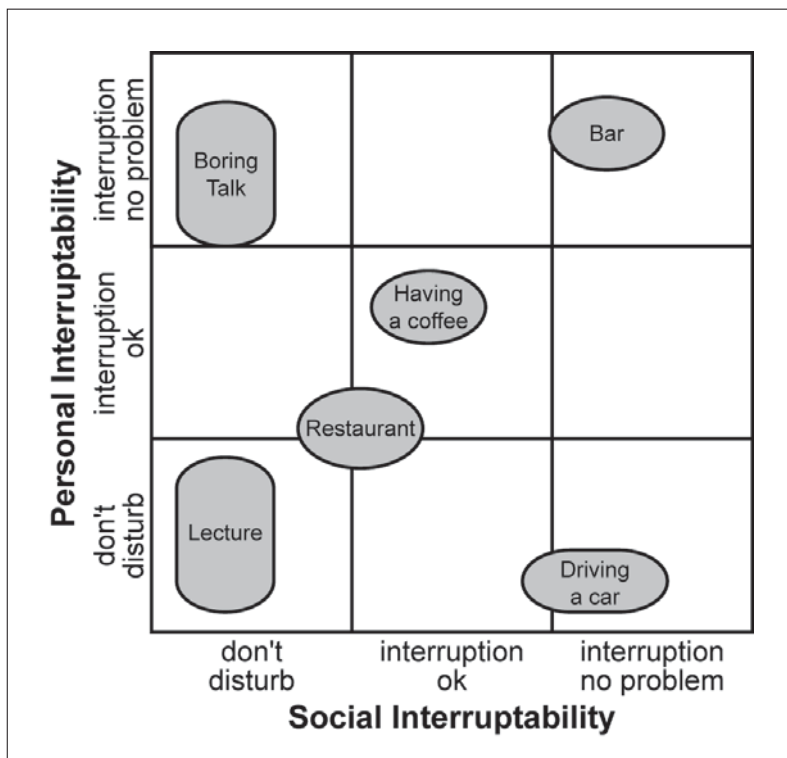
### Anwendungsszenario: Nutzer- und kontextbezogene Fahrerassistenzsysteme

Ein Anwendungsbereich, in dem die einfache und intuitive Nutzbarkeit von Interfaces von hoher (nicht zuletzt sicherheitsrelevanter) Bedeutung ist, ist der Einsatz von Fahrerassistenzsystemen. Mit der zunehmenden Anzahl solcher Assistenzsysteme im Fahrzeug steigt die Bedienkomplexität und wächst die Notwendigkeit einer Integration von Einzelsystemen. Zudem stellen die engen Zeitvorgaben bei der Nutzung von Interfaces während der Fahrt hohe Anforderungen an die einfache und intuitive Bedienung [9]. Ein Beispiel zur Verbesserung der Benutzungsqualität mittels multimodaler Signalübertragung stellt eine von uns durchgeführte Untersuchung eines Systems dar, das den Fahrer bei drohendem Verlassen der Fahrspur warnt (Lane Departure Warning). Es standen vier unterschiedliche Warnmodalitäten zur Verfügung – optisches Signal über LEDs in den Außenspiegeln, akustischer Warnton über Lautsprecher, haptisches Signal über das Lenkrad sowie haptisches Signal über den Fahrersitz. Es wurden sowohl die einzelnen Signale als auch Signalkombinationen von den Probanden subjektiv beurteilt im Hinblick auf Wahrnehmbarkeit, Reaktionsauslösung und Komfort. Darüber hinaus haben die Fahrer eine Gesamtbewertung der Signale durchgeführt. Den Fahrern wurden die Signalkombinationen haptischer Sitz/Akustik haptischer Sitz/haptisches Lenkrad und haptisches Lenkrad/Akustik angeboten. Die Ergebnisse zeigen bei allen Beurteilungskriterien eine eindeutig bessere Beurteilung der Signalkombination haptischer Sitz/Akustik gegenüber den beiden anderen Kombinationen [1].

Den positiven Effekt der Verknüpfung unterschiedlicher Modalitäten bei der Informationseingabe konnten wir ebenfalls in entsprechenden Untersuchungen im Rahmen des Forschungsvorhabens „Mobile Automotive Cooperative Services“ (MACS) aufzeigen [11]. Die umfangreichen Fahrversuche mit 35 Probanden führten zu der Aussage, dass zur Nutzung von mobilen Diensten während der Fahrt der parallele Einsatz von Sprachsteuerung und die manuelle Bedienung

über eine Drehsteller zu hoher Akzeptanz und guter Bedienqualität führt und daher empfohlen wird. Die Fusion von unterschiedlichen Daten hinsichtlich der aktuellen Umgebung (z.B. mittels Umgebungssensoren), des aktuellen Fahrzeugzustandes (z.B. mittels Auswertung der CAN-Busdaten) und des aktuellen Fahrerzustandes (mittels Bestimmung des Grades der Aufmerksamkeit oder Ermüdung) ist eine wesentliche Voraussetzung für eine nutzer- und kontextabhängige Anpassung der zukünftigen Fahrerassistenzsysteme. In diversen fachgebietsübergreifenden Projekten an der TU Darmstadt (z.B. S.A.N.T.O.S, PRORETA) war und ist daher das Thema der Verknüpfung von Daten zur Umgebung, dem Fahrzeug und dem Fahrer ein wesentliches Forschungsthema.

Soziale und persönliche Unterbrechbarkeit  
Social and personal interruptibility



**Vorhersagende Modellierung von Nutzern**  
Eine der größten Herausforderungen des Einsatzes eines AmbientWeb ist, für möglichst viele Nutzer mit unterschiedlichsten Hintergründen, Wissen und Bedürfnissen verwendbar zu sein. Vorhersagende Benutzermodelle können das AmbientWeb befähigen, sowohl die Ziele, Intentionen und Pläne als auch die Charakteristiken der Benutzer zu erkennen und die Interfaces und Systeme entsprechend proaktiv anzupassen. Hierfür ist es notwendig entsprechende Information von Interfaces und Sensordaten zu sammeln und die Benutzer und deren Verhalten zu modellieren und zu generalisieren. Hierbei ist wichtig Informationen von mehreren Nutzern zu verwenden, da die Information, die für einzelne Nutzer zur Verfügung steht, i.d.R. limitiert sein wird. Dies ist insbesondere für den gelegentlichen Nutzer von grosser Bedeutung. An der TU Darmstadt sammeln wir z.B. Lokations- und Aktivitätendaten [8] von mehreren Nutzern über mehrere Wochen und Monate. Neben der Modellierung des Tagesablaufes einzelner Person kann man die Daten gemeinsam nutzen, um z.B. typische Tagesabläufe einer bestimmten Berufsgruppe zu modellieren. Basierend auf solchen Daten lassen sich dann Vorhersagen machen, wer wann erreichbar ist oder wann jemand seine derzeitige Aufgabe voraussichtlich beendet haben wird.

INNOVATIVE TECHNOLOGIE WELTWEIT **KNF** NEUBERGER

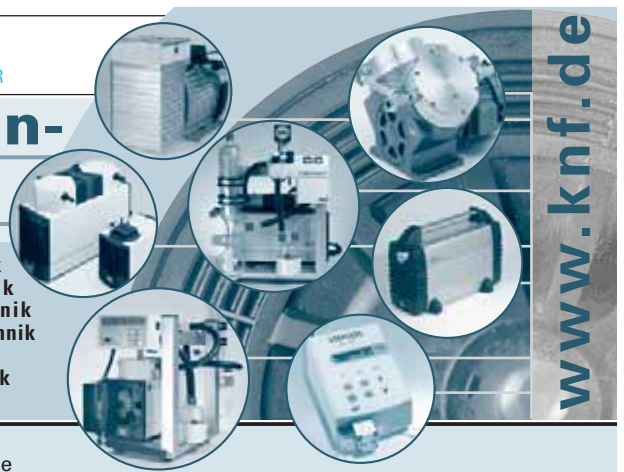
## Membranpumpentechnologie vom Feinsten...

- Ob für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten – KNF Neuberger bietet ein breites Angebot an Pumpen und Systemen.
- Für unverfälschtes Fördern, Dosieren, Komprimieren und Evakuieren.
- Als OEM- oder tragbare Ausführungen.
- Mit einem variablen Produktprofil für kundenspezifische Lösungen.

... für anspruchsvolle Anwendungen z.B. in den Bereichen:

- Medizintechnik
- Analysetechnik
- Verfahrenstechnik
- Lebensmitteltechnik
- Reptechnik
- Energietechnik
- Forschung

KNF Neuberger GmbH ■ Alter Weg 3 ■ D 79112 Freiburg  
Tel. 07664/5909-0 ■ Fax 07664/5909-99 ■ E-Mail info@knf.de



www.knf.de

## Literatur

- [1] Ackert, H., Landau, K.: Experimentelle Analyse von Konzepten für eine Spurverlassenwarnung“. In: *GfA-Jahresdokumentation 2005 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.* (Hg.), Personalmanagement und Arbeitsgestaltung, Bericht zum 51. Arbeitswissenschaftlichen Kongress an der Universität Heidelberg, 22. – 24. März 2005, Dortmund 2005, S. 487 – 490.
- [2] Antifakos, S., Kern, N., Schwaninger, A., Schiele, B.: „Towards improving trust in context-aware systems by displaying system confidence“. In *MobileHCI'05, ACM International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, pages 9–14, September 2005.
- [3] Antifakos, S., Schwaninger, A., Schiele, B.: „Evaluating the Effects of Displaying Uncertainty in Context-Aware Applications“. In *UBICOMP'04, International Conference on Ubiquitous Computing* pages 54–69, September 2004.
- [4] Bruder, R.: „Natürlich künstlich“. In: *Essener Unikate: Design und neue Medien*. Universität-GH-Essen. Essen, Universität-GH-Essen. 17. Ausgabe 2002, S.56-61
- [5] Bruder, R., Noss, C.: Frühzeitige Evaluation von Websteigestaltung mit Hilfe des Maus-O-Meters“. In: *Useware 2002: Mensch-Maschine-Kommunikation-Design*. Useware Tagung 2002 Darmstadt 11. und 12. Juni 2002. Düsseldorf: VDI Verlag, 2002 (VDI-Berichte 1678), Seite 187-192
- [6] Jordan, P.W.: „An Introduction to Usability“. London, Taylor&Francis, 1998
- [7] Kern, N., Antifakos, S., Schiele, B., and Schwaninger, A.: „A Model for Human Interruptability: Experimental Evaluation and Automatic Estimation from Wearable Sensors. In *ISWC'04, IEEE International Symposium on Wearable Computing*, pages 158–165, November 2004.
- [8] Kern, N., Schiele, B.: „Context-Aware Notifications for Wearable Computing“. In *ISWC'03, IEEE International Symposium on Wearable Computing*, pages 223–230, 2003.
- [9] Landau, K.: „Usability criteria for intelligent driver assistance systems“. *Theoretical Issues in Ergonomic Science*, Vol. 3, No.4; pp. 330-345, 2002
- [10] Mussnug, J., Meyer, O.: Integration der Blickbewegungsanalyse als Usability-Methode in den menschenzentrierten Produktentwicklungsprozess. In: *GfA-Jahresdokumentation 2002 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.* (Hg.), *Arbeitswissenschaft im Zeichen gesellschaftlicher Vielfalt*, Bericht zum 48. Arbeitswissenschaftlichen Kongress, Johannes Kepler Universität Linz, 22 – 22 Februar 2002, Linz, Österreich, S. 207 - 210.
- [11] Williams, M., Helbig, R.: Evaluation of information and communication systems based on design guidelines and liability issues. In: Pikaar, R.N., Koningsveldt, E.A.P., Settels, P.J.M (Eds.): *Meeting Diversity in Ergonomics. Proceedings IEA 2006 Congress, 16th World Congress on Ergonomics*, 10.-14.07.2006, Maastricht, Niederlande, CD-ROM-Ausgabe. Elsevier Ltd. 2006

## Das Fachgebiet Arbeitswissenschaft

**Prof. Dr.-Ing. Ralph Bruder** leitet das Fachgebiet an der TU Darmstadt. Bruder, geboren 1963 in Bad Homburg, studierte Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Darmstadt. Von 1988-1996 arbeitete er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Arbeitswissenschaft der TH Darmstadt, in dem er 1992 mit einer Dissertation zur Anwendung der künstlichen Intelligenz in der Arbeitswissenschaft promovierte.

Seit 1992 bearbeitet er Projekte mit Partnern aus Industrie und Verwaltung. Im Jahre 1996 wurde er zum Universitätsprofessor für das Fach Ergonomie im Design an die Universität Duisburg-Essen berufen und gründete dort im Jahre 2001 das Institut für Ergonomie und Designforschung. Im April 2002 wurde er zum Gründungspräsidenten der Design School Zollverein berufen. Seit November 2004 leitete er als Präsident und Geschäftsführer die Zollverein School of Management and Design. Zum 01.01.2006 folgte er einem Ruf an die Technische Universität Darmstadt.

E-Mail: [bruder@iad.tu-darmstadt.de](mailto:bruder@iad.tu-darmstadt.de)

In view of **tomorrow**



**Henkel**

*A Brand like a Friend*

[www.henkel.com](http://www.henkel.com) :-)

Wir legen unseren Fokus auf Innovationen. Forschung und Entwicklung sind kundenorientiert. Wir entwickeln führende Marken und Technologien, die das Leben der Menschen leichter, besser und schöner machen.

# AmbientWeb – Eine ökonomische Perspektive

Peter Buxmann/Hans-Christian Pfohl/Bert Rürup



Die Zielsetzung des AmbientWeb, des Ambient Intelligence-Projekts der Technischen Universität Darmstadt, besteht darin, die Lebensqualität in den Bereichen Gesundheit, Arbeit, Freizeit und Mobilität zu erhöhen. Um die ökonomische Bedeutung und das Potenzial des AmbientWeb aufzuzeigen, betrachten wir Implementierung und Anwendung sowohl aus betriebswirtschaftlicher als auch volkswirtschaftlicher Perspektive.

*AmbientWeb – an economic perspective The AmbientWeb, the Ambient Intelligence project at Technische Universität Darmstadt, is designed to support assisted living in the fields of health, work, leisure, and mobility. In this paper we consider the implications of implementing and using the AmbientWeb from both a microeconomic and macroeconomic perspective.*

## AmbientWeb – die Vision

Das AmbientWeb ist ein Netz aus interagierenden intelligenten Objekten und Diensten, die uns umgeben und in den Lebensbereichen Arbeit, Freizeit, Gesundheit und Mobilität unterstützen. Das Besondere liegt dabei in der Vernetzung der genannten Bereiche. Nehmen wir als Beispiel einen Kühlschrank, der selbstständig Lebensmittel nachbestellt, wenn der Mindestbestand unterschritten ist. Dies wäre erst einmal nichts Neues; die Innovation des AmbientWeb besteht darin, dass eine Vernetzung zwischen dem Kühlschrank und dem Terminkalender der Inhaber besteht, sodass der Kühlschrank weiß, wann wir uns auf Auslandsreisen oder im Urlaub befinden und somit keine Nachbestellung sinnvoll ist. Im Folgenden wollen wir auf die wirtschaftliche Auswirkung vom Einsatz von Ambient Intelligence in den Bereichen Gesundheitswesen vor dem Hintergrund einer alternden Gesellschaft einerseits und Logistik und Supply Chain Management andererseits eingehen [1].

## Deutschland altert

In vielen Ländern fallen die Geburtenraten, während die Lebenserwartung steigt. Zum Beispiel hat sich die Lebenserwartung in der Bundesrepublik Deutschland von 1970 bis heute um acht Jahre verlängert und wird bis zum Jahr 2050 um fünf weitere Jahre anwachsen. Demographische Prognosen zeigen, wie sich der Wandel in Deutschland vollzieht. Die so genannte „Bevölkerungspyramide“, die derzeit einer Wettertanne ähnelt, wird in den nächsten 40 Jahren ein pilzförmiges Profil annehmen, bei dem dann die am stärksten besetzte Kohorte die der 60-Jährigen sein wird und jeder jüngere Jahrgang kleiner sein wird als die ältere Kohorte [2].

Auch die Veränderung des Altersquotienten, der das Verhältnis der zu versorgenden älteren Menschen (über 65 Jahre) zur erwerbsfähigen Bevölkerung (20- bis 64-Jährige) angibt, verdeutlicht die Entwicklung: Im Jahr 2000 betrug der Quotient 24,2%, 2010 nimmt er zu auf 30,8% und bis zum Jahr 2040 wird er bei etwa 52,6% liegen. Das bedeutet, dass nur zwei Personen für die Unterstützung eines älteren Mitglieds der Gesellschaft sorgen müssen [3].

Diese Entwicklungen haben gravierende Auswirkungen für das Gesundheitswesen. So ist es offensichtlich, dass die Mobilität der Menschen im Alter eingeschränkt ist, was zu Konsequenzen für Pflege und Betreuung – und die hierfür entstehenden Kosten – führt. Wie kann das AmbientWeb zur Bewältigung solcher Probleme, im Sinne einer Erhöhung der Lebensqualität älterer Menschen und auch einer Kostensenkung, beitragen?

Welche Potenziale gibt es zur Erhöhung der Lebensqualität älterer Menschen und zur Kostensenkung im Gesundheitswesen?

Die Hypothese lautet, dass durch den geeigneten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien, und im Besonderen durch den Einsatz von Ambient Intelligence, ein Beitrag dazu geleistet werden kann, dass mehr Patienten ambulant statt stationär gepflegt werden. Der Kostenunterschied zwischen einer stationären und einer Heimpflege beläuft

sich für jeden Leistungsempfänger auf etwa 7.300 Euro pro Jahr. Damit könnte heute durch eine Verringerung von nur 1% stationärer Pflege eine Kostenreduzierung von 47,12 Mio. Euro erreicht werden. Im Jahr 2010 wären es dann schon 53,40 Mio. Euro Ersparnis und im Jahr 2050 sogar 106 Mio. Euro. Beispiele für eine solche Unterstützung sind eine automatische Überwachung der Körperfunktionen, Behandlungserinnerungen sowie eine Verbesserung der Medikamentenversorgung. Der Deutsche Apothekerverband schätzt, dass etwa 25 Prozent aller Krankenhausaufenthalte auf Fehlmedikationen zurückgeführt werden können, was zu Kosten in Höhe von etwa einer Milliarde Euro pro Jahr führt.

## Logistik und Supply Chain Management

Wie kaum in einer anderen Disziplin wurden jüngst in der Logistik und im Supply Chain Management informations- und kommunikationstechnische Neuerungen zur Lösung komplexer Aufgaben in einem dynamischen Umfeld gefeiert [4, 5, 6]. Über die Speicherung und Sendung von Echtzeitinformationen mittels RFID-Tags an Paletten, Behältern und Paketen zur Steuerung des Warenflusses hinaus, werden Szenarien diskutiert, in denen intelligente Logistik-Objekte ihren Weg durch den Materialfluss selbstständig finden und somit den eigenen Güterfluss autonom steuern und organisieren [4, 7].

Mittels AmbientWeb-Technologien sind die einzelnen logistischen Objekte in der Lage, miteinander zu kommunizieren und Daten auszutauschen, um auf diese Weise die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen zu gewährleisten. Es erfolgt eine Synchronisation von Informations- und Materialfluss in der Supply Chain sowie eine Koordination der Teilsysteme zur Erhöhung der Effizienz und Effektivität des Gesamtsystems.

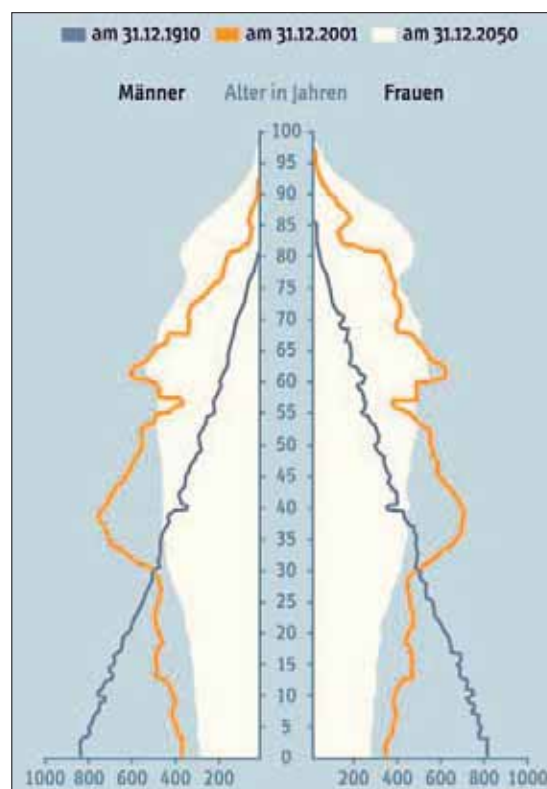


Abb. 1  
Altersaufbau der Bevölkerung in Deutschland  
Age distribution in Germany

## Zu den Autoren

**Prof. Dr. Peter Buxmann** ist Inhaber des Lehrstuhls Information Systems/Wirtschaftsinformatik an der Technischen Universität Darmstadt.

Die Forschungsschwerpunkte des Fachgebiets sind:

- Software Economics
- Standardisierung von Informations- und Kommunikationssystemen
- IT-Integration und Interoperabilität
- Strategien für den digitalen Musikmarkt

Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften  
Institut für Betriebswirtschaftslehre  
Fachgebiet Information Systems  
Hochschulstraße 1  
64289 Darmstadt  
Telefon: 06151/16-4826  
Fax: 06151/16-5162  
E-Mail: [buxmann@is.tu-darmstadt.de](mailto:buxmann@is.tu-darmstadt.de)  
[www.is.tu-darmstadt.de](http://www.is.tu-darmstadt.de)

**Prof. Dr. Dr. h.c. Hans-Christian Pfohl** ist Inhaber des Lehrstuhls Unternehmensführung und Logistik an der Technischen Universität Darmstadt.

Die Forschungsschwerpunkte des Fachgebiets sind:

- Strategisches und wertorientiertes Management
- Internationales Management
- Logistik und Supply Chain Management
- Verkehrswirtschaft

Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften  
Institut für Betriebswirtschaftslehre  
Fachgebiet Unternehmensführung und Logistik  
Hochschulstraße 1  
64289 Darmstadt  
Telefon: 06151/16-5423  
Fax: 06151/16-6503  
E-Mail: [pfohl@bwl.tu-darmstadt.de](mailto:pfohl@bwl.tu-darmstadt.de)  
[www.bwl.tu-darmstadt.de/bwl2/?FG=bwl](http://www.bwl.tu-darmstadt.de/bwl2/?FG=bwl)

**Prof. Dr. Dr. h.c. Bert Rürup** ist Inhaber des Lehrstuhls Finanz- und Wirtschaftspolitik an der Technischen Universität Darmstadt.

Die Forschungsschwerpunkte des Fachgebiets sind:

- Ökonomische Probleme alternder Gesellschaften
- Zukunft der sozialen Sicherungssysteme
- Arbeitsmarkt- und Beschäftigungspolitik
- Entkopplung von Erwerbsarbeit und sozialer Sicherung

Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften  
Institut für Volkswirtschaftslehre  
Fachgebiet Finanz- und Wirtschaftspolitik  
Residenzschloss  
64283 Darmstadt  
Telefon: 06151/16-2800  
Fax: 06151/16-6062  
Email: [ruerup@vwl.tu-darmstadt.de](mailto:ruerup@vwl.tu-darmstadt.de)  
[www.bwl.tu-darmstadt.de/vwl3/welcome.htm](http://www.bwl.tu-darmstadt.de/vwl3/welcome.htm)

Die Anwendung von innovativen Supply Chain-Konzepten ist gerade auch im Gesundheitswesen von Interesse. So sind Szenarien denkbar, in denen auf Basis einer kontinuierlichen ambulanten Überwachung automatisch Medikamente nachbestellt oder Dienstleistungen angefordert werden.

## Investitionsanreize

Der Einsatz von IuK-Technik, und insbesondere die Gestaltung des AmbientWeb, hat also das Potenzial, signifikante Kostensenkungen im Gesundheitswesen zu ermöglichen. Vor diesem Hintergrund ist eine sorgfältige Analyse angezeigt, ob und inwieweit es sinnvoll ist, Investitionsanreize zu schaffen. Dies gilt umso mehr, als insbesondere für IuK-Technologien häufig Startup-Probleme existieren. So zeigen Forschungsergebnisse im Bereich der Netzeffekttheorie, dass es häufig zu einem „Excess Inertia“ kommen kann, der die Etablierung einer neuen innovativen Technologie verhindert. Vor diesem Hintergrund besteht eine interessante Herausforderung auch darin zu untersuchen, ob anbieter- oder nachfrageseitige Investitionsanreize sinnvoll sind, um dieses Startup-Problem zu überwinden.

## Literatur

- [1] Bohn, J., Coroama, V., Langheinrich, M., Mattern, F., Rohs, M.: „Social, Economic, and Ethical Implications of Ambient Intelligence and Ubiquitous Computing“, in: Weber, W., Rabaey, J., Aarts, E. (Eds.): Ambient Intelligence., Berlin 2005, p. 5-29
- [2] Statistisches Bundesamt: „10. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung“, Wiesbaden 2003
- [3] Kommission Berlin: „Nachhaltigkeit in der Finanzierung der Sozialen Sicherungssysteme“, Berlin 2003
- [4] Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.): „Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis“, Berlin, Heidelberg, New York 2005
- [5] Seifert, W., Decker, J.: „RFID in der Logistik. Erfolgsfaktoren für die Praxis“, Hamburg 2005
- [6] Strassner, M.: „RFID im Supply Chain Management. Auswirkungen und Handlungsempfehlungen am Beispiel der Automobilindustrie“, Wiesbaden 2005
- [7] Elbert, R.: „Möglichkeiten und Grenzen der Selbststeuerung in der Logistik. Theoriegeleitete Analyse der Voraussetzungen für Integration und Koordination zur Selbststeuerung“, in: Pfohl, H.-Chr., Wimmer, T.: „Wissenschaft und Praxis im Dialog. Steuerung von Logistiksystemen. Auf dem Weg zur Selbststeuerung“, Hamburg 2006, S. 55-74



## Mein Tipp für 2007: Kosten einsparen mit der IKK-Direkt!



Nur  
**12%**  
Beitrag!



**IKK-direkt**  
Die internette Krankenkasse



### Vorteil Beitragssatz:

Mit nur 12,0% allgemeinem Beitragssatz ist die IKK-Direkt auch 2007 die günstigste bundesweit wählbare Krankenkasse.



### Vorteil Leistung:

Die IKK-Direkt bietet 100% Leistung und 100% Sicherheit. Plus viele interessante und attraktive Zusatzangebote.



### Vorteil Service:

Als Online-Direktkasse ist die IKK-Direkt täglich 24 Stunden und ganzjährig überall für Sie erreichbar.

Alle Infos, Mitgliedschaftsantrag und Beitragsrechner auf [www.ikk-direkt.de](http://www.ikk-direkt.de)

**Machen Sie sich fit für Ihre Zukunft!**

**Anschrift**  
IKK-Direkt  
Kaistraße 101  
24114 Kiel

**Hotline\***  
01802 455 347 oder  
01802 IKK Direkt

\*6 Ct./Anruf Festnetz T-Com



# Ambient Intelligence – ethische und gesellschaftliche Herausforderungen

Alfred Nordmann/Rudi Schmiede

In den frühen Phasen seiner technischen Entwicklung stehen die ethischen und gesellschaftlichen Implikationen des Ambient Intelligence noch keineswegs fest. Stattdessen lassen sich Problemstellungen für die Entwickler formulieren. Können diese Probleme gelöst werden, entstehen gewisse Bedenken womöglich gar nicht erst. Wir betonen zwei große Herausforderungen dieser Art. Einerseits geht es um informationelle Selbstbestimmung, andererseits um Skalierung und die Schnittstellen zwischen einer kaum wahrnehmbaren Technik und ihren menschlichen Nutzern. Diese Herausforderungen an Ambient Intelligence verlangen nach einer engen Zusammenarbeit der Sozial- und Geisteswissenschaften mit den technischen Disziplinen.

***Ambient Intelligence – ethical and social challenges** In the early stages of technical development it would be premature to announce the ethical or societal problems of ambient intelligence. Instead, we should talk of engineering challenges for AmbientWeb development. If these can be met, certain issues may not arise. We focus on two major challenges. One concerns informational self-determination, the second concerns questions of scale and the interface between an imperceptible technology and its macroscopic human users. These design challenges call for close cooperation between social sciences, humanities, and the engineering disciplines.*

Foto:  
Cybernarium Darmstadt

Ambient Intelligence-Technologien ermöglichen neue Formen der vernetzten Interaktion, durch die die heutigen Weisen der Integration der Menschen in natürliche und technische Umgebungen sowie in ökonomische und soziale Netzwerke substantiell verändert werden könnten. Soziale Netzwerke basieren auf direkten sozialen Beziehungen und den dazu gehörigen Handlungsweisen; hier deutet sich ein Konflikt einerseits mit der Allgegenwart, andererseits mit der fehlenden Wahrnehmbarkeit der neuen Technologien an. Die Konsequenz müsste sein, AmbientWeb-Lösungen von vornherein als Unterstützung und Erweiterung von Interaktionen in sozialen Netzwerken zu konzipieren. Eine sozial orientierte oder anthropozentrische (und entsprechend interdisziplinär ausgerichtete) Technikentwicklung findet hier ein neues und weites Betätigungsfeld.

Intelligente Technologien sind ebenso wie klassische Techniken auf das Ziel gerichtet, menschliches Handeln und Entscheiden zu unterstützen, zu stärken und zu erweitern. Allerdings zeigt sich bei genauerer Analyse immer wieder, dass eine solche Unterstützung oft mit einem Kontrollverlust und dem Rückgang der habitualisierten Beherrschung der Technik, dagegen mit einer größeren Abhängigkeit oder auch Fremdkontrolle verbunden ist. Das macht etwa der Blick auf neue Verkehrssysteme deutlich [1]. Im Fall der ubiquitären Mikro- oder gar Nanotechnologien sind insbesondere Widersprüche zwischen der Gefährdung der Privatsphäre und dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung absehbar – dieses Recht hat ja in Deutschland durch das entsprechende Urteil des Bundesverfassungsgerichts quasi grundgesetzlichen Charakter [2]. Mit Netzwerken und erst recht mit ihrer technischen Gestaltung sind immer auch gesellschaftliche Machtfragen verbunden [3]. Hier ist ein Design der Technik notwendig, das die individuelle Kontrolle über diese erlaubt (z.B. durch An- und Abschalten der Sensoren, Regulierung der Reichweite, ggfs. Verschlüsselungstechniken etc.), damit diese Technologien überhaupt gesellschaftlich annehmbar sind.

Gemessen an traditionellen Technikbegriffen, auch an traditioneller Technikkritik stellt die Vision einer intelligenten Umwelt alles auf den Kopf. Traditionell heißt es ja, die Technik diene der Beherrschung der Natur. Die Natur wird also als etwas Unheimliches, vielleicht sogar Feindliches gesehen, das beherrscht werden muss: Die Krankheiten sind in ihr zu Hause, unberechenbare Erdbeben und Blitzschläge, unsichtbare Gefahren von Bakterien oder Parasiten. In den so genannten primitiven Gesellschaften galt die Natur als beseelt. In allen Dingen steckten Geister, die durch Rituale und Gebete beschwichtigt werden mussten. Die Technik und insbesondere die naturwissenschaftlich unterfütterte Technik ermöglichte dagegen eine Rationalisierung, auch Entzauberung der Natur [4]. Im Prinzip zumindest ist unsere technisierte Umwelt verstehbar geworden, wir können dort planmäßig wirken und auch ohne den Segen der Götter gezielt Kontrolle ausüben.

Mit dieser traditionellen Vorstellung von Sinn und Zweck der Technik geht auch die traditionelle Technikkritik einher. Sie betont und beklagt unsere Entfremdung von der Natur und ein ausbeuterisches Verhältnis, in dem alles instrumentalisiert wird und zur bloßen Ressource verkommt. Weder diese Erwartung

noch diese Kritik an der Technik greift nun aber dort, wo sich die Technik der Erfahrbarkeit entzieht, wo sie unsichtbar zum Teil unserer Erfahrungswelt wird, von uns eingeatmet oder verzehrt wird. Dies gilt für die unglaublich kleine Nanotechnik, für genetisch modifizierte Organismen und die Umweltintelligenz zukünftiger Computerwelten. An die Stelle einer entfremdenden Technisierung der Natur tritt nun die neue Unheimlichkeit einer naturalisierten Technik [5].

Wie ein Spaziergang durch den Wald soll der Umgang mit den Computern in der Zukunft sein, so heißt es bei den Visionären des AmbientWeb, Ubiquitous Computing und der Smart Environments, z.B. beim Informatiker Mark Weiser [6]: „There is more information available at our fingertips during a walk in the woods than in any computer system, yet people find a walk among trees relaxing and computers frustrating. Machines that fit the human environment, instead of forcing humans to enter theirs, will make using computers as refreshing as taking a walk in the woods“.

Wir müssen uns jedoch nur an Hänsel und Gretel erinnern, um ein Gefühl dafür zu bekommen, wie unheimlich so ein Waldspaziergang sein kann. Was bedeutet es, wenn die Technik nicht mehr als Instrument der Beherrschung zwischen der Natur und uns steht, sondern in die Natur aufgeht und uns so unheimlich werden kann, wie die magisch beseelte Natur es war?

Eine Chance für die zukunftsfähige Gestaltung des Ambient Web ergibt sich aus dem Konzept der „converging technologies“. Im Konzert mit anderen Schlüsseltechnologien, aber auch Geistes- und Sozialwissenschaften konvergieren die Informations- und Kommunikationstechnologien auf gesellschaftliche definierte Problemfelder – zum Beispiel „converging technologies for active ageing“ [7].



Stich von Gustave Doré  
Engraving Gustave Doré

Die Themen der sozial orientierten Nutzung sowie der anthropozentrischen Entwicklung und Gestaltung neuer Technologien sind, trotz ihrer offensichtlichen Dringlichkeit, bislang wenig untersucht worden. Dies mag damit zusammen hängen, dass hier sowohl Ingenieure als auch Sozial- und Geisteswissenschaftler jeweils alleine nicht dem umfassenden Charakter der neuen Techniken gerecht werden können. Dem entspricht die Beobachtung, dass gegenwärtig die fruchtbarsten Debatten nicht in disziplinären Kontexten, sondern in transdisziplinären Umgebungen stattfinden [8, 9]. Vorstellungen über künftige Nutzungsszenarios beschränken sich bislang auf mehr oder weniger fundierte technische Spekulationen. Solche Nutzungsvisionen müssten ausgearbeitet werden. Darauf könnten soziale Empfehlungen oder Normen, die nur in enger Zusammenarbeit mit Nutzern bzw. Betroffenen zu entwickeln sind, aufbauen. Schließlich könnten methodologische Konzepte für den Einbau von Normen und den Umgang mit Ambivalenzen in den Design-Prozess selbst resultieren.

Die Fortführung dieses breit angelegten Forschungs- und Entwicklungsprozesses wird zu dem beitragen, was ein Markenzeichen der wissenschaftlichen Arbeit an der TU Darmstadt ist und noch ausgeprägter werden könnte: Der offenen Fachlichkeit und der breiten fächerübergreifenden Zusammenarbeit wird es gerade bei der Analyse und der Gestaltung dieser ubiquitären und pervasiven Technologien bedürfen. Durch die Gestaltung der Technik wird nämlich Gesellschaft und Interaktion strukturiert, dabei setzt umgekehrt die aktive Entwicklung der künftigen Gesellschaft die Aneignung neuer Technologien voraus, durch die die Gesellschaft nachhaltig geprägt wird [10]. Zugespißt formuliert: Technikentwicklung ist angewandte Sozialwissenschaft, und die Gestaltung von Gesellschaft ist angewandte Technologieentwicklung. Dieser Problematik gerecht zu werden könnte einer der attraktiven Effekte des Forschungsschwerpunkts „Ambient Intelligence“ sein.

## Fachgebiet Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftsgeschichte

Im Fachgebiet Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftsgeschichte (Prof. Alfred Nordmann) liegt ein Schwerpunkt auf jüngste Veränderungen der Forschungskultur. Am Beispiel von Nanowissenschaft und den konvergierenden Schlüsseltechnologien stehen Fragen der Wissensproduktion im Vordergrund: Was für eine Rolle spielen hierbei Theorien, Simulationen, Metaphern, Visualisierungen und Visionen?

**Alfred Nordmann**, geb. 1956, Studium der Philosophie, Wissenschaftsgeschichte, Neueren Deutschen Literatur in Tübingen, Hamburg, sowie an der Columbia University, 1986 Promotion in Hamburg, von 1988-2002 Professur an der University of South Carolina, seit 2002 an der TUD. Im Fachgebiet Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftsgeschichte liegt ein Schwerpunkt auf jüngsten Veränderungen der Forschungskultur. Am Beispiel von Nanowissenschaft und den konvergierenden Schlüsseltechnologien stehen Fragen der Wissensproduktion im Vordergrund: Was für eine Rolle spielen hierbei Theorien, Simulationen, Metaphern, Visualisierungen und Visionen?  
Prof. Alfred Nordmann  
Institut für Philosophie • Schloss • D-64283 Darmstadt  
E-Mail: nordmann@phil.tu-darmstadt.de  
www.philosophie.tu-darmstadt.de/nordmann  
www.nanobuero.de

**Rudi Schmiede**, geb. 1946, Studium der Soziologie, Sozialpsychologie, Politikwissenschaft und VWL in Frankfurt/M., Mainz sowie an der London School of Economics, ab 1972 Mitarbeiter, ab 1985 Heisenberg-Stipendiat am Institut für Sozialforschung Frankfurt/M., 1977 Promotion, 1984 Habilitation für das Fach Soziologie, seit 1987 Professor für Soziologie an der TU Darmstadt, Fachgebiet Arbeit, Technik und Gesellschaft.

Forschung und Publikationen zu: Soziale Dimensionen der Informations- und Kommunikationstechnologien; Geschichtliche Entwicklung von Arbeit, Arbeit in der Informationsgesellschaft; Sozialstrukturelle Entwicklungstendenzen moderner Gesellschaften; Theorien der Informatisierung und des Wissens; Sozialorientierte Gestaltung von IuK-Techniken; Digitale Bibliotheken und Integrierte wissenschaftliche Informations- und Wissenssysteme  
E-Mail: schmiede@ifs.tu-darmstadt.de

## Literatur

- [1] Weyer, J.: „Die Zukunft des Autos – das Auto der Zukunft. Wird der Computer den Menschen ersetzen?“ Universität Dortmund, Soziologische Arbeitspapiere Nr. 14, März 2006
- [2] Roßnagel, A.: „Das rechtliche Konzept der Selbstbestimmung in der mobilen Gesellschaft“, in: Taeger, J./Wiebe, A. (Hg.), Mobilität - Telematik - Recht, Köln 2005, 53-75
- [3] Schmiede, R.: „Netzwerke, Informationstechnologie und Macht“, in: Gerhard Gamm/Andreas Hetzel (Hg.): Unbestimmtheitssignaturen der Technik. Eine neue Deutung der technisierten Welt, Bielefeld 2005, 311-335
- [4] Weber, M.: „Wissenschaft als Beruf“. Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre, Tübingen 1988
- [5] Nordmann, A.: „Noumenal Technology: Reflections on the Incredible Timiness of Nano“, in Joachim Schummer und Davis Baird (Hg.): Nanotechnology Challenges: Implications for Philosophy, Ethics and Society, Singapur 2006, 49-72.
- [6] Weiser, M.: „The Computer fort he 21st Century“, Scientific American 265(3), September 1991, 66-75.
- [7] High Level Expert Group „Foresighting the New Technology Wave“: Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies, Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004
- [8] Huysman, M., Wenger, E., Wulf, V. (eds.) 2003: Communities and Technologies, Amsterdam/Dordrecht/Boston/London 2003
- [9] Cook, D., Das, S. (eds.): Smart environments: Technologies, protocols, and applications, Hoboken 2005
- [10] Schmiede, R.: „Wissen und Arbeit im 'Informational Capitalism““, in: Baukrowitz, A., Berker, T. Boes, A., Pfeiffer, S., Schmiede, R., Will, M. (Hg.): Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch, Berlin 2006, 455-488

# Machen Sie sich fit für Ihre Karriere.

Die F.A.Z. und den Hochschulanzeiger mit 35 % Ersparnis.

Gratis für Studenten

## 6 Wochen die F.A.Z. für 16,50 €. Gratis die Sigg-Flasche der F.A.Z.

Wer am Anfang seiner Karriere steht, braucht die richtigen Informationen, um zu wissen, wie es weitergeht. Als Student erhalten Sie 6 Wochen die F.A.Z. mit 35 % Ersparnis und gratis den Hochschulanzeiger sowie die original Sigg-Flasche der F.A.Z.



F.A.Z.-Hochschulanzeiger:  
Karrieretips, Stellenangebote, Praktikumsbörse.

### Ja, ich bin Student/in und möchte die F.A.Z. mit 35 % Ersparnis testen.

Das sechswöchige Miniabo bestelle ich zum Vorzugspreis von 16,50 €\* (inkl. MwSt. und Zustellung) gegen Rechnung. \*Im Rhein-Main-Gebiet inkl. Rhein-Main-Zeitung und Sonntagszeitung zum Preis von 18,50€. Ich spare 35 % und erhalte die Sigg-Flasche, die ich in jedem Fall behalten darf. Wenn mich das Miniabo nicht überzeugt, teile ich dies dem Verlag Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH innerhalb der Laufzeit schriftlich mit. Ansonsten brauche ich nichts zu veranlassen und erhalte dann die Frankfurter Allgemeine Zeitung zum aktuell gültigen monatlichen Abonnementpreis von zur Zeit 16,90€ bzw. 18,90€ im Rhein-Main-Gebiet (inkl. MwSt. und Zustellkosten). Den sechsmal im Jahr erscheinenden Hochschulanzeiger bekomme ich automatisch nach Erscheinen zugeschickt. Ein gesetzliches Widerrufsrecht habe ich bei diesem Angebot nicht, denn dieses Abo ist jederzeit mit einer Frist von 20 Tagen zum Monatsende bzw. zum Ende des vorausberechneten Bezugszeitraums kündbar. Meine Studienbescheinigung habe ich in Kopie beigefügt.

Ich bin damit einverstanden, daß Sie mir schriftlich oder telefonisch weitere interessante Angebote unterbreiten (ggf. Streichen). Ein Angebot der Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH, Hellerhofstraße 2 - 4, 60327 Frankfurt (HRB 7344, Handelsregister Frankfurt am Main).

\_\_\_\_\_  
Vorname, Name

\_\_\_\_\_  
Straße, Hausnummer

\_\_\_\_\_  
PLZ, Ort

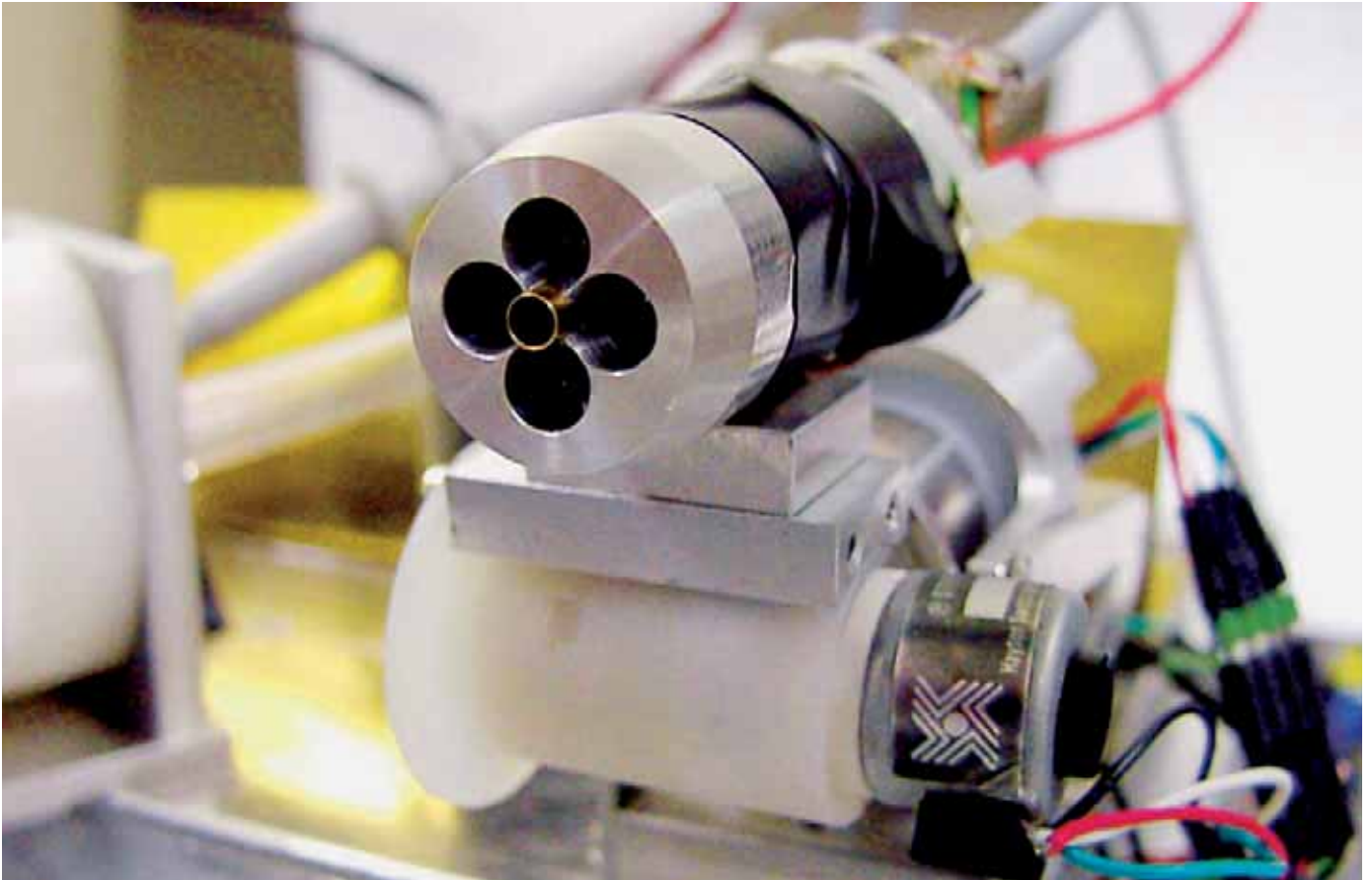
\_\_\_\_\_  
Telefon

\_\_\_\_\_  
E-Mail

\_\_\_\_\_  
Datum

Unterschrift

FS6 PR6078



## Elektromechanische Systeme in der Medizintechnik

Stephanie Klages/Jacqueline Rausch/Roland Werthschützky

Navigation in Herzkranzgefäßen durch Kraftmessung an Führungsdrahtspitzen, Abtasten von Lebergewebe mit minimalinvasiven Werkzeugen, Lungendiagnostik mit Hörschall und Augeninnendruckmessung schneller als ein Wimpernschlag – das alles wird möglich durch den Einsatz miniaturisierter elektromechanischer Systeme. Diese Systeme sind in Form von Mikrosensoren und Mikroaktoren sowie zunehmend als Sensorsysteme und direkt gekoppelte Sensor-Aktor-Systeme ausgebildet. Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung und Anwendung dieser mikromechatronischen Systeme ist eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit den jeweiligen Fachärzten von der Ausarbeitung der Aufgabenstellung bis hin zur Anwendung bei den Patienten.

*Electromechanic systems in medical technology* Navigation in coronary vessels by means of force measurement at a guide wire's tip, scanning liver tissue with minimal invasive tools, lung diagnostics with audible sound and measurement of intraocular pressure faster than a blink of an eye – all these aspects become possible by the employment of miniaturised electromechanical systems. These systems are developed more and more as sensor systems and directly coupled sensor-actuator-systems in form of micro-sensors and micro-actuators as well. A faithful cooperation with medical specialists from elaboration of definition of a project up to application with the patients represents is a condition for the successful development and application of these micro-mechatronic systems.

Abb. 4  
Messkopf des optimierten  
Luft-Applanationstono-  
meters

Gauge head of the  
improved air-flattening  
tonometer

## Einführung

Elektromechanische Systeme als Synergie zwischen Elektrotechnik, Informationstechnik und Mechanik bilden die Grundlage moderner Werkzeuge und Instrumente in der Medizintechnik. Die Größe der diagnostizierten oder therapierten menschlichen Körperbereiche und die Vermeidung unerwünschter Rückwirkungen stellen dabei höchste Anforderungen an die Präzision und erfordern somit geringe Toleranzen der mechanischen Komponenten. Der Übergang bzw. die Ergänzung von der klassischen Feinwerktechnik zur Mikrotechnik ermöglicht die Umsetzung dieser Anforderungen in Form von mikroelektromechanischen Systemen (MEMS: Micro Electro Mechanical Systems).

Vorgestellt werden Systeme – Sensorsysteme und direkt gekoppelte Sensor-Aktor-Systeme – für die Diagnostik und Therapie als Ergebnisse von Forschungsarbeiten am Institut für Elektromechanische Konstruktionen (EMK). Die erreichten Ergebnisse werden für die ausgewählten Beispiele in Kurzform dargestellt. Auf die Darstellung des oftmals sehr komplexen Entwurfsprozesses von Modellbildung, Simulation, Verifikation und Validierung muss aus Platzgründen verzichtet werden. Zur Vertiefung wird auf geeignete Literatur verwiesen.

## Elektromechanische Diagnosesysteme

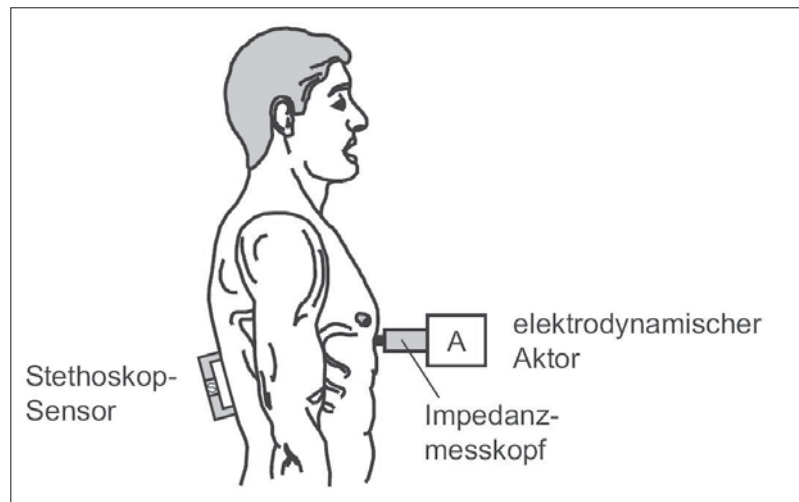
Die am häufigsten erfasste Messgröße zur Diagnose am und im Menschen ist der Druck. Beispiele sind die Herzdruckmessung (5 – 270 mmHg), Augeninnendruckmessung (12 – 25 mmHg), Hirndruckmessung (5 – 40 mmHg) und Blasendruckmessung (5 – 80 mmHg). Der Umfang dieser Druckmessungen wird in naher Zukunft stark zunehmen. Vor allem werden miniaturisierte Einzelsensoren oder Sensorarrays zur Überwachung der Prozessparameter bei Organersatzsystemen, z.B. einem künstlichen Herz und künstlicher Bauchspeicheldrüse, zur Hirn- und Augendruckregelung sowie zur Navigation von Führungsdrähten und Kathetern im Koronargefäßsystem benötigt.

Ein Forschungsschwerpunkt im Fachgebiet Prozessmess- und Sensortechnik am Institut EMK ist die Entwicklung von miniaturisierten piezoresistiven Silizium-Kraft- und Drucksensoren für Diagnosesysteme. Im Folgenden werden drei Forschungsarbeiten für die medizinische Diagnostik vorgestellt.

### Akustische Lungendiagnostik

Zur Untersuchung einer Lungenentzündung oder einer asthmatischen Überblähung der Lunge wird seit 300 Jahren die manuelle akustische Diagnostik durch Abklopfen – Perkussion – angewendet. Diese Methode eignet sich vor allem für Kinder gut, da sie von außen und für den Organismus unbelastend erfolgt. Der Nachteil besteht jedoch in der ausschließlich subjektiven Bewertung der Geräusche.

Eine Alternative stellt die Einleitung von mechanischen Schwingungen durch einen Aktor in den Brustkorb und die Detektion des transmittierten Schalls durch ein Mikrofon dar. Im Rahmen einer abgeschlossenen Dissertation [1] wurden zwei Verfahren entwickelt, die sich für die Untersuchung der Lunge eig-



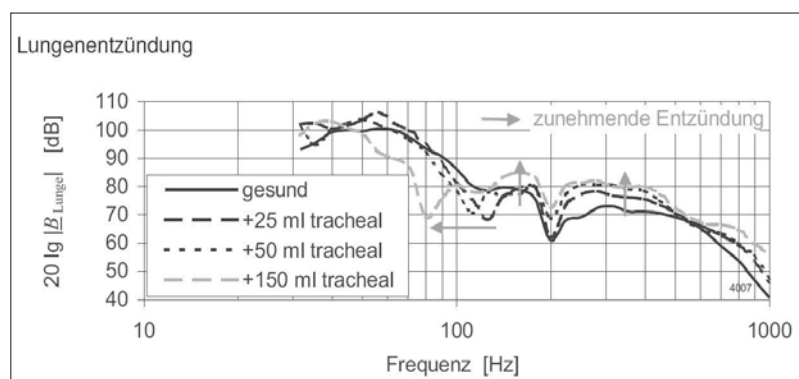
nen: Schalleinleitung mit einem miniaturisierten Aktor über die Brustwand mit Messung auf der gegenüberliegenden Seite auf dem Rücken und Schalleinleitung über die Brustwand mit Messung über Luftröhre oder Mundraum. Die Schallerfassung erfolgt mittels eines Stethoskop-Mikrofons.

Das Vorgehen erfolgt in drei aufeinander aufbauenden Ansätzen. Zunächst wird die Schallausbreitung in einer künstlich nachgebildeten Lunge, dem sog. Lungenphantom untersucht. Dieses besteht aus Schaumstoff und ermöglicht eine eindimensionale Schallausbreitung. Ziel ist die Ermittlung und Analyse aller Störgrößen, die die Schalltransmission beeinflussen. Die Schallausbreitung im Phantom lässt sich zudem mit Hilfe verteilter Netzwerkelemente beschreiben und simulieren.

Im nächsten Schritt werden isolierte Schweinelungen in der von der Phantommessung charakterisierten Messumgebung untersucht. Die Tierlungen weisen die gleichen physiologischen Eigenschaften wie die Lungen von Kindern auf. Aus den Messungen an der isolierten Schweinelunge, ohne und mit eingebrachter Flüssigkeit als simuliertem Entzündungsherd, kann ab einer Frequenz von ca. 100 Hz eine Erhöhung der Übertragungsfunktion nachgewiesen werden (Abb. 2). Durch weitere Merkmalsextraktion der Signalverläufe können großflächige Krankheitsherde nachgewiesen und lokalisiert werden. Ein speziell entwickeltes Impedanzmessverfahren sichert die reproduzierbare Ankopplung des Schwingungsaktors zwischen den Rippen des menschlichen Brustkorbes. Dieses Verfahren eignet sich zur unbelasteten Grobdiagnose von Akutpatienten und zur Langzeitüberwachung während der Therapie.

Abb. 1  
Blockschaltbild zur akustischen Lungendiagnostik  
Block diagram describing the acoustic lung diagnostic

Abb. 2  
Analyse der Schallausbreitung in der menschlichen Lunge  
Analysis of sound propagation in the human lung



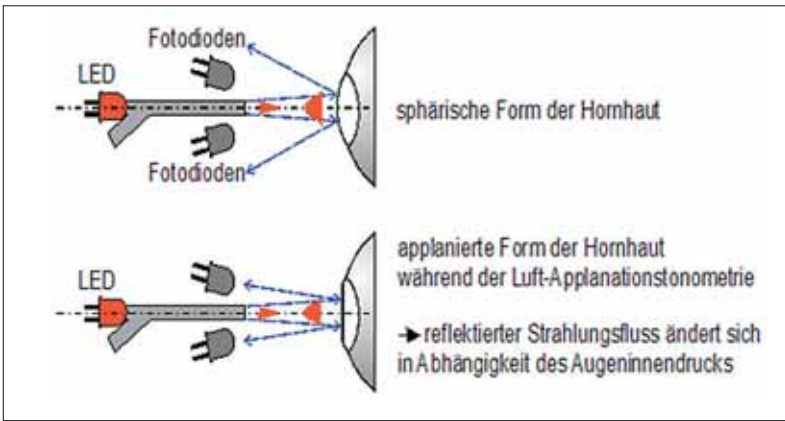


Abb. 3 Erfassung der Verformung des Auges während der Luft-Appplanationstonometrie über die Reflektionseigenschaften der Hornhaut des Auges (Seitenansicht)  
 Detection of the deforming of the eye during air-flattening tonometry using light-reflection of the cornea (sideview)

**Luftapplanations-tonometer**

Rund 2% der Bevölkerung in Deutschland sind an einem Glaukom, im Volksmund auch „Grüner Star“ genannt, erkrankt. Unbehandelt führt ein Glaukom zur Erblindung. Ist ein Glaukom diagnostiziert, so lassen sich in der Regel weitere Schäden verzögern oder sogar vermeiden. Bereits eingetretene Schäden können jedoch nicht mehr regeneriert werden. Die Augeninnendruckmessung – Tonometrie – ist im Rahmen der Glaukom-Diagnose und -Therapie zwingend notwendig, da sich an Hand des Druckwertes und Druckverlaufs ein Maß für die Gefahr einer Glaukomerkrankung oder bereits der Krankheitszustand selbst ableiten lässt. Aus medizinischer Sicht sind Messungen des Augeninnendrucks mehrmals am Tag, vor allem in den frühen Morgenstunden, wünschenswert. Aufgrund der hohen Kosten wird dies in der Praxis jedoch kaum durchgeführt. Daher besteht das Ziel einer laufenden Forschungsarbeit [2] in der Entwicklung eines miniaturisierten, mobil einsetzbaren Luft-Appplanationstonometers als direkt gekoppeltes Aktor-Sensor-System. Ausgehend von einer ausführlichen Analyse der Messunsicherheit des Luft-Appplanations-Verfahrens und deren physikalischen Ursachen wird ein miniaturisiertes elektromechanisches Messsystem entwickelt.

Abb. 5 Telemetrisches Sensorysystem zur Zungendruckmessung mit vier piezoresistiven Sensoren  
 Telemetric sensor system for measuring the pressure of the tongue with four piezoresistive sensors



Tabelle 1 Auszug der Anforderungen an das Messsystem zur Zungendruckmessung.  
 Abstract of system-requirements for measuring the pressure of the tongue.

Anforderung	Druckbereich	Messbereich	Druckauflösung	örtl. Auflösung	max. Dicke
Wert	$0 < p < 2 \text{ bar}$	$-250 < p_{\text{mess}} < 250 \text{ mbar}$	$< 5 \text{ mbar}$	$< 1 \times 1 \text{ mm}^2$	$d < 1,5 \text{ mm}$

Geräte zur Luft-Appplanationstonometrie sind bereits seit ca. zwei Jahrzehnten im stationären, medizinischen Einsatz. Bei diesem Messverfahren verformt ein sehr kurzer, rampenförmiger Druckluftstoß von einer Dauer von ca. 6 ms mit einem maximalen Staudruck von 100 mbar die Hornhaut des Auges (Abb. 3). Aus dem Verformungsverhalten der Hornhaut wird durch eine Kalibrierkurve der Augeninnendruck ermittelt.

Dieses Messverfahren weist zwei wesentliche Vorteile auf: Eine Anästhesie des Auges ist nicht mehr notwendig und es ist kein Kontakt des Auges mit der Messeinrichtung erforderlich. Dadurch ist die Anwendung nicht nur auf Ärzte eingeschränkt, sondern auch von Laien bzw. Sprechstundenhilfen durchführbar. Diesen Vorteilen stehen Schwächen hinsichtlich der Messunsicherheit gegenüber. Durch Kenntnis der Ursachen für eine erweiterte Messunsicherheit wird im Rahmen dieser Arbeit eine weitere Optimierung des Messverfahrens realisiert. Abb. 4 zeigt den neuartigen Messkopf des Demonstrators.

**Sensorsystem für die Zungendruckmessung**

Zahnfehlstellungen von Kindern entstehen in einem Alter von drei bis fünf Jahren, wenn das Knochenwachstum noch nicht abgeschlossen ist. Bei ca. 10 bis 20% der Patienten ist die Fehlstellung auf eine Fehlmotorik der Zunge zurückzuführen. Dabei spielt nicht nur die Lage der Zunge beim Sprechen eine Rolle. Vor allem die quasistatischen Drucke der Zunge gegen den Gaumen im Schlaf oder beim Schlucken tragen maßgeblich zur Verformung des in diesem Alter noch weichen Gaumens und somit zur Fehlstellung der Zähne bei. In mehreren Arbeiten ist am Institut EMK das in Abbildung 5 dargestellte Messsystem entstanden. Dieses erfasst den Druck mit vier piezoresistiven Sensoren [3]. Die Daten werden über eine Telemetrieinheit nach außen übertragen. Eine weitere Anwendung dieses Messsystems könnte als Fernziel in der Therapie von Sprachstörungen liegen. Durch die Kenntnis der individuellen, ortsabhängigen Druckverteilung am Gaumen könnten Rückschlüsse auf die Behandlung gezogen werden. Die Anforderungen an ein vervollkommnetes Messsystem sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Seit Oktober 2006 wird dieses Forschungsprojekt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Ziel ist die Entwicklung eines flexiblen Sensorarrays. Die Sensoren des aktuellen Messsystems sind mit  $(2 \times 3) \text{ mm}^2$  und einer Dicke von 2 mm noch deutlich zu groß. Weiteres Ziel ist die Verbesserung der Telemetrieinheit, so dass das Messsystem auch über einen längeren Zeitraum, z.B. über Nacht, eingesetzt werden kann.

**Minimalinvasive Chirurgie**

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde in der Chirurgie eine neue Technik entwickelt, die bis heute das chirurgische Umfeld maßgeblich prägt: die minima-



# DER KOPF IST RUND, DAMIT DAS DENKEN DIE RICHTUNG ÄNDERN KANN.

*Francis Martinez de Picabia*

Visionen haben uns an die Spitze gebracht. Mit mehr als 3.100 Mitarbeitern in über 40 Niederlassungen und Standorten bundesweit sind wir die Nr. 1 für Engineering mit besten Referenzen in der Industrie. Sie haben Ihren Abschluss in der Tasche und viel vor für Ihre berufliche Zukunft. Verwirklichen Sie Ihre Pläne mit uns!

In unserer Niederlassung Frankfurt am Main suchen wir

## DIPLOMINGENIEURE (M/W) DIPLOMINFORMATIKER (M/W)

### **Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugtechnik, Informatik, Mechatronik**

Sie steigen in Hightech-Projekte namhafter Kunden ein und übernehmen verantwortungsvolle und spannende Aufgaben in den Bereichen Planung und Projektierung, Konstruktion & Entwicklung, Hard- und Softwareentwicklung, Testing bis hin zum Projekt- und Qualitätsmanagement.

Sie haben Ihr Diplom in der Tasche und bringen erste Praxiserfahrung im Rahmen von Praktika oder Diplomarbeit mit. Der Umgang mit gängigen Entwicklungs- und Projektmanagementtools reizt Sie ebenso wie die Zusammenarbeit mit unseren Kunden. Sie sind kommunikativ und überzeugen durch Ihre selbständige, professionelle und teamorientierte Arbeitsweise. Gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift runden Ihr persönliches Profil ab.

Als zukunftsorientiertes Unternehmen sichern wir unseren Mitarbeitern Karriere-Chancen mit System. Durch sorgfältige Einarbeitung, laufendes Training on the Job und kontinuierliche Aus- und Weiterbildung sowie durch vielfältige und abwechslungsreiche Projekteinsätze fördern wir Ihre persönliche Entwicklung und bieten gute Aufstiegsmöglichkeiten. **Wir entwickeln Sie weiter.**

**FERCHAU Engineering GmbH**  
Niederlassung Frankfurt  
Borsigallee 19 a 60388 Frankfurt  
Fon +49 69 941363-0 Fax +49 69 941363-63  
frankfurt@ferchau.de www.ferchau.de

 **FERCHAU**  
ENGINEERING

Abb. 6  
Prinzipskizze einer laparoskopischen Gallenblasenentfernung

Draft of the scenario of a minimally invasive gall bladder dissection

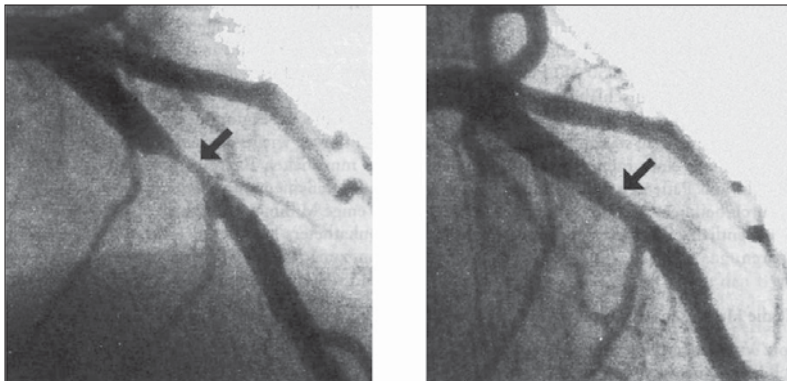
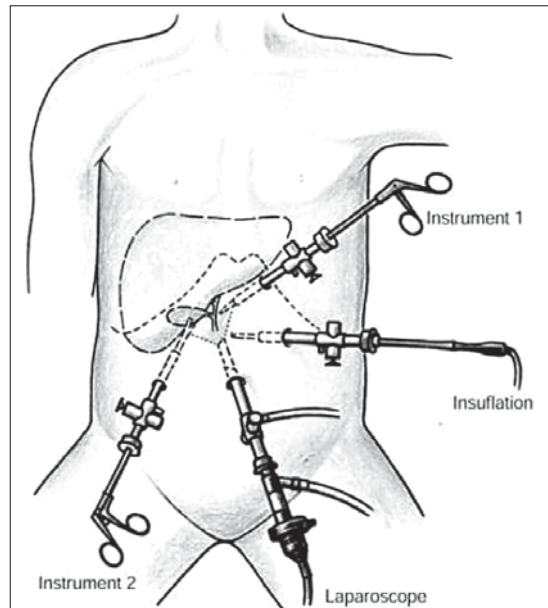


Abb. 7  
Röntgenaufnahme eines Herzkranzgefäßes mit und ohne Verengung

X-Ray image of a coronary vessel with and without constriction

linvasive Chirurgie. Diese Operationstechnik ist auch unter dem Namen „Schlüssellochchirurgie“ bekannt, was die Operationstechnik sehr gut beschreibt. Durch kleine, natürliche oder künstlich geschaffene Zugänge werden Instrumente zur Diagnose oder Manipulation in den Körper eingeführt. Werden minimalinvasive Eingriffe im Bauchraum vorgenommen, so spricht man von Laparoskopie. Hierbei werden starre, stabförmige Instrumente – Laparoscope – durch Schleusen – Trojars – in den Körper eingeführt (Abb. 6).

Im Jahr 1910 wurde erstmals von H. C. Jacobaeus eine diagnostische Laparoskopie an einem Menschen vorgenommen. In den 1930er Jahren wurden aus der bis dahin ausschließlich diagnostischen Technik therapeutische Methoden entwickelt, die vorwiegend in der Gynäkologie ihren Einsatz fanden [5]. 1980 nahm K. Semm die erste minimalinvasive Blinddarmentfernung vor und 1987 wurde die laparoskopische Gallenblasenentfernung über mehrere Zugänge von P. Mouret eingeführt, wie sie auch heute noch Stand der Operationstechnik ist [5].

Aufgrund der Vorteile der minimalinvasiven Chirurgie gegenüber der offenen Chirurgie, wie kleine Zugänge zum Operationsgebiet, kleinere Narben und postoperative Verwachsungen sowie kürzere Verweilzeiten im Krankenhaus, nimmt deren Verbreitung stetig zu. Diesen Vorteilen stehen als Nachteile vor allem die geringe Anzahl von Freiheitsgraden an der Instrumentenspitze und die ausschließlich visuelle Kontrolle des Operationsgeschehens gegenüber.

Daher besteht ein gemeinsamer Forschungsschwerpunkt der Fachgebiete „Mikrotechnik“ und „Prozessmess- und Sensortechnik“ am Institut EMK in der Entwicklung direkt gekoppelter Sensor-Aktor-Systeme mit möglichst kleinen Abmessungen für medizinische Anwendungen. Neben haptisch rückgekoppelten Trainingseinheiten zur Schulung medizinischer Fachleute steht auch die Entwicklung innovativer, minimalinvasiver Sensor-Aktor-Systeme im Vordergrund, die als Assistenzsysteme dem Chirurgen den haptischen Sinneseindruck vermitteln, also ein Fühlen ermöglichen. Im Folgenden werden zwei Projekte skizziert, welche sich mit Fragestellungen aus dem eben genannten Themengebiet befassen.

### Assistenzsystem für Katheterisierungen

In Deutschland sind 40% aller Todesfälle kardiovaskulär bedingt, d.h. auf Herzerkrankungen zurückzuführen. Häufigste Ursache sind Ablagerungen in den Herzkranzgefäßen sog. Plaques. Diese Ablagerungen entstehen z.B. durch falsche Ernährung und führen zu einer Verengung der Gefäße. Wird diese Verengung nicht behandelt, besteht die Gefahr eines kompletten Verschlusses, was einen Herzinfarkt oder bei Hirngefäßen einen Schlaganfall zur Folge hat (Abb. 7).

Plaques werden minimalinvasiv behandelt. In der Leistenregion wird ein Führungsdraht in die arteria femoralis gebracht und bis zu den Herzkranzgefäßen vorgeschoben. Liegt der Führungsdraht an der verengten Stelle, wird ein Katheter über den Draht eingeführt. An der Spitze des Katheters sind Werkzeuge, wie Ballons oder Stents – Drahtgeflecht – integriert, mit denen die Verengung geweitet und stabilisiert werden kann.

Während der Katheterisierung stellt die Navigation zu den kleinen Gefäßen ein Problem dar. Diese wird derzeit nur über ein zweidimensionales Röntgenbild unterstützt. Die sonst für den Chirurgen so wichtige haptische Wahrnehmung, also das Spüren von Kräften an der Katheterspitze, geht durch die Überlagerung von Reibkräften zwischen dem Katheter und den Gefäßwänden verloren. Viel Training und Erfahrung des Kardiologen sind Voraussetzung für einen erfolgreichen Eingriff.

Daher wird im Rahmen des „HapCath“-Projekts (Abkürzung für Haptischen Katheter) [6,7] in Zusammenarbeit mit dem Klinikum Darmstadt ein neuartiges Prinzip für Katheterisierungen entwickelt. Abb. 8 zeigt eine Prinzipdarstellung des HapCath-Konzeptes. An der Spitze eines Führungsdrahtes ist ein miniaturisierter Kraftsensor integriert. Dieser misst die Kraft  $F_0$  zwischen der Spitze des Drahtes und der Gefäßwand. Die Reibkraft  $FR$ , die zwischen den Gefäßwänden und dem Führungsdraht entsteht, überlagert die Kraft  $F_0$ , die daher für den Kardiologen nicht spürbar ist. Die gemessene Kraft  $F_0$  wird durch ein gewandeltes elektrisches Sensorsignal  $SF_0$  nach außen geführt. Die haptische Bedieneinheit verstärkt das Signal und koppelt die Kraft extrakorporal auf den Führungsdraht zurück. Die haptische Rückwirkung ermöglicht dem Kardiologen eine einfachere Navigation zu den Herzkranzgefäßen, da er sich „wie mit einem Blindenstock“ durch die Adern tasten kann. Die Belastung für den Patienten durch Kontrastmittel und Röntgenstrahlung sowie die Behandlungszeiten können deutlich reduziert werden.

**Zur Verstärkung unseres Teams  
im Bereich Micro Technologies in Bruchsal  
suchen wir aktuell:**

**Rohwedder**  
Excellence in Automation

## **Key-Account Manager (m/w)**

Ihre Aufgaben

- Betreuung und Ausbau bestehender Kundenbeziehungen
- Projektbegleitung von der Planungs-, Angebots- und Realisierungsphase bis zur Endabnahme
- Termin- und Kosten-Controlling
- Wissensaufbau und Weiterentwicklung um die kundenbezogene Technologien und Prozesse
- Zentraler Kommunikationspartner für Kunde und Projektteam

Qualifikation

- Dipl.-Ing. Maschinenbau oder vergleichbarer Studiengang
- soziale und kommunikative Kompetenz
- Fähigkeit zur gesamtheitlichen Betrachtung von Problemlösungen
- gute PC-Kenntnisse (MS-Office, SAP)
- Reisebereitschaft
- gute Englischkenntnisse (Französisch von Vorteil)

Ansprechpartner:

Ute Stürmer • Personalabteilung  
Eisenbahnstr. 11 • 76646 Bruchsal  
Telefon 07251/9824-2681 • Fax 07251/9824-4521  
Ute.stuermer@rohwedder.com • www.rohwedder.com

## **Große Ideen für kleine Teile**

Irgendwie muss auch der kleinste Elektromotor montiert werden. Und für die Produktion eines medizinischen Sensors ist auch im Miniaturformat ein Höchstmaß an Qualität erforderlich.

Rohwedder Micro Technologies ist spezialisiert auf den Bau von Mikromontageanlagen. Viele Prozesse spielen sich in diesen Anlagen in Größenordnungen ab, die mit herkömmlichen Fertigungs- und Montageverfahren nicht zu bewältigen sind. Das ist für die Verfahrensentwicklung eine ständige Herausforderung auf höchstem Niveau. Mechatronics, Microparts und Plastic Solutions sind dabei die Kernkompetenzen, die es Rohwedder ermöglichen, Montageabläufe höchst effizient zu gestalten.

Hervorragende Technik ist bei Rohwedder Micro Technologies immer verbunden mit weitsichtiger Planung. Denn das Unternehmen begleitet seine Kunden über die Lieferung einer Anlage hinaus. Das gilt natürlich für den gesamten After Sales Service, trifft aber in besonderem Maße bei Anlagen zu, die von der Prototypen- bis zur Produktionsphase „mitwachsen“ müssen. Gleichzeitig erfordert die Wirtschaftlichkeit ein vergleichsweise hohes Maß an Standardisierung. Das setzt gleichermaßen technische Fachkenntnisse und wirtschaftliches Denken voraus.

Nun sind viele Teile in diesem Arbeitsgebiet nicht nur klein, sondern auch komplex. Bis zur optimalen Lösung erfordert das vom gesamten Projektteam eine Portion Kreativität, für die wirtschaftliche Gestaltung breites Fachwissen und für den Entwicklungsprozess große Beharrlichkeit. Was wirklich machbar ist, wird deshalb bei Rohwedder ständig neu definiert.



Kenngröße	Nennkraft	Kraftauflösung	Linearitätsfehler	Hysteresefehler	Dynamik
Wert	300 mN	25 mN	< 10 %	< 15 %	10 <sup>-10</sup> bis 10 <sup>3</sup> Hz

Tabelle 2  
Zusammenstellung der wichtigsten Anforderungen an intravenöse Kraftsensoren  
Compilation of important requirements for intravenous force sensors

Um an der Führungsdrahtspitze (Durchmesser  $d \approx 300 \mu\text{m}$ ) Kräfte messen zu können, müssen stark miniaturisierte Sensoren entwickelt werden, die unter extremen Randbedingungen wie Kontakt mit Körperflüssigkeiten, Kontrastmittel o. ä. verlässlich Kräfte detektieren (Abb. 9). Die Nennkraft der intravenösen Kraftsensoren beträgt in axialer Richtung maximal 300 mN. Weitere Anforderungen ergeben sich aus der haptischen Wahrnehmung des Menschen. Tabelle 2 fasst die wichtigsten Anforderungen an intrakorporale Kraftsensoren zusammen [8].

**Telemanipulationssystem für die Leberchirurgie**

Mit jährlich mehr als fünf Millionen neu auftretenden bösartigen Erkrankungen stellen Lebertumore weltweit eine Erkrankung mit höchster klinischer und sozioökonomischer Relevanz dar [9]. Die chirurgische Entfernung dieser Tumore ist bisher die einzig wirksame Therapieform. Hierbei muss in sicherem Abstand zum Tumor geschnitten und auch tumorfreies Gewebe entfernt werden. Des Weiteren darf nur so viel Gewebe entfernt werden, dass möglichst viel Restorgan bestehen bleibt, welches die Funktion im Körper im Wesentlichen noch erfüllen kann. Zudem muss die Belastung für den betroffenen Patienten durch den Eingriff möglichst gering gehalten werden. Ziel des vom Bundesforschungsministerium geförderten Verbundprojekts FUSION ist die Verbesserung der eben genannten Faktoren. In enger Zusammenar-

beit mit medizinischen Einrichtungen wie dem UKE Hamburg oder UKS Lübeck sollen schon bei der Operationsplanung innovative Techniken erschlossen und durch die Verwendung u. a. minimalinvasiver Instrumente das Patiententrauma minimiert werden. Im Zentrum des Projekts steht die individuelle und präzise Behandlung des Patienten.

Am Institut EMK wird als Teilprojekt ein haptisches Telemanipulationssystem (INKOMAN – intrakorporaler Manipulator) für die minimalinvasive Leberchirurgie entwickelt [10] (Abb. 10). Der Chirurg führt ein miniaturisiertes Positioniersystem bestehend aus Aktoren und Kinematik, das Manipulations- und Diagnosegeräte, z.B. Hochfrequenz-Schneider oder Kamera, trägt und intrakorporal positioniert. Durch die Kinematik ist ein Arbeiten „um die Ecke“ möglich. Die Anzahl der zu setzenden Trokare kann reduziert werden, da bisher nicht zugängliche Operationsgebiete mit INKOMAN erreichbar sind. Durch eine an der Instrumentenspitze integrierte Kraftsensorik werden intrakorporal die Interaktionskräfte gemessen und durch eine geeignete Aktorik am Handstück des Instruments verstärkt wiedergegeben. Das „operate by wire“ soll dem Chirurgen ermöglichen, mit einem „reibungsfreien“ Instrument zu interagieren und definiert Kräfte auf das Organ auszuüben. Ein intuitiveres Operieren wird ermöglicht.

Ein erstes Funktionsmuster einer kinematischen Struktur für INKOMAN, welche die Anzahl Freiheitsgrade um 2 zusätzliche an der Instrumentenspitze erweitert, ist in Abbildung 11 angegeben. Der Miniaturkraftsensor wird an der Instrumentenspitze von INKOMAN integriert. Der Durchmesser eines Standard-Laparoskops mit ca. 10 mm gibt den maximalen Durchmesser des Sensors vor. Im Gegensatz zur intravenösen Kraftmessung müssen Nennkräfte von ca. 5 N realisiert werden, da die bei laparoskopischen Leberoperationen auftretenden Interaktionskräfte deutlich größer sind [11].

Tabelle 3 fasst die wichtigsten Anforderungen an intrakorporale Kraftsensoren, insbesondere auch die, die aus der haptischen Wahrnehmung des Menschen resultieren, zusammen.

Abb. 8  
Prinzipskizze des HapCath Projektes  
Principle view of the HapCath project

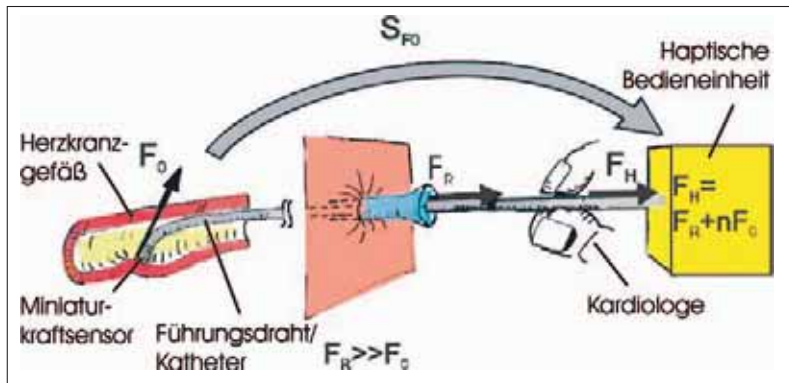
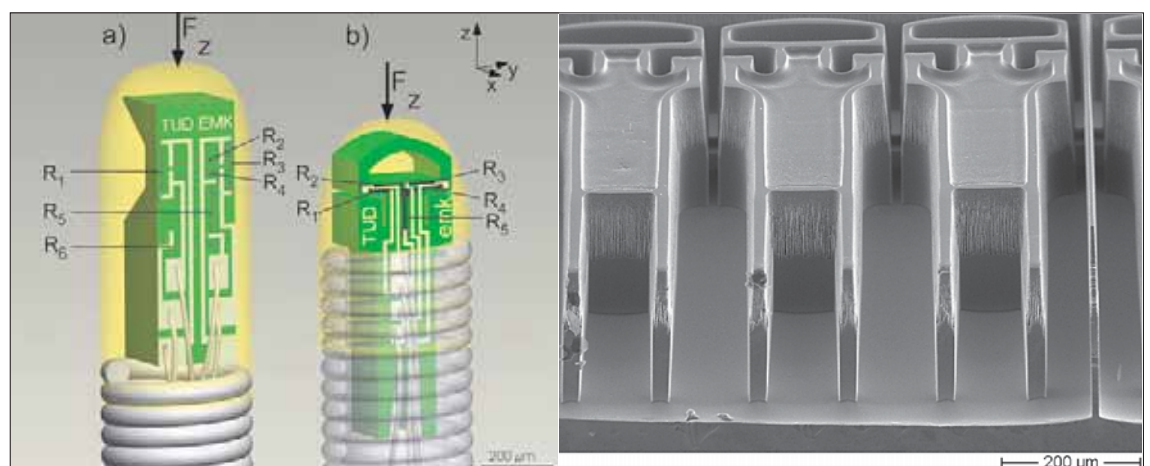
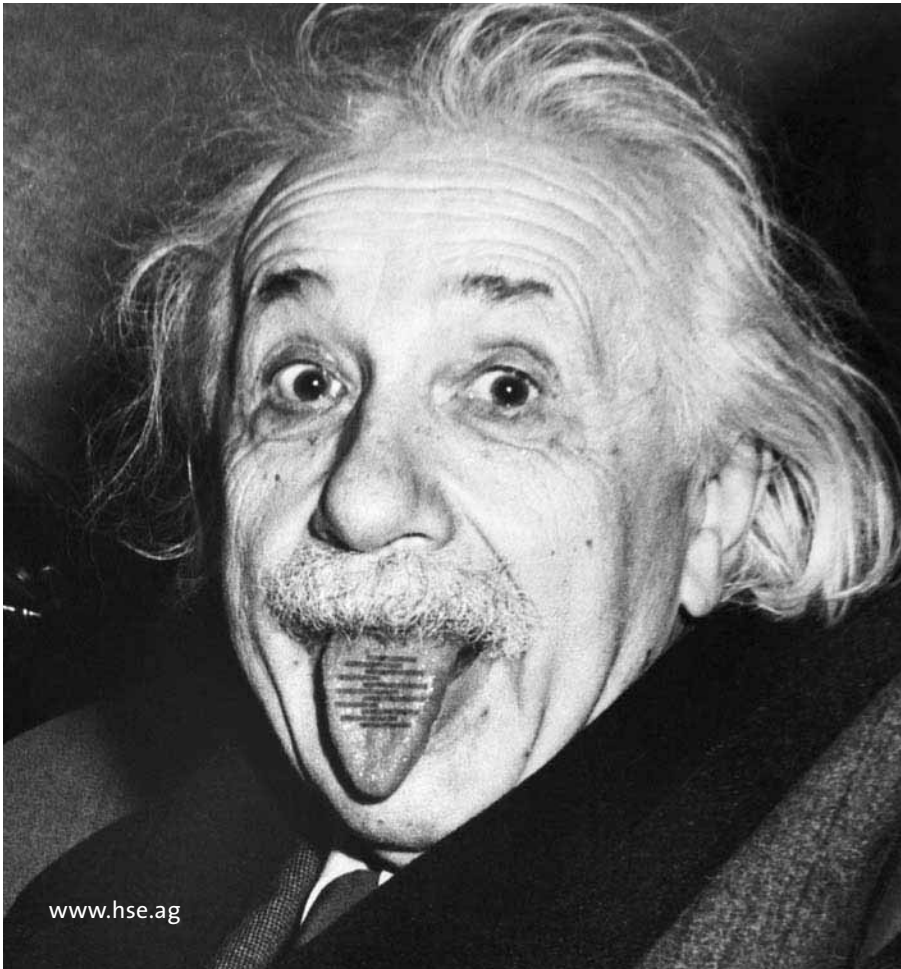


Abb. 9  
CAD-Modell des intravenösen Kraftsensors (links) und Fotografie realisierter Messelemente (rechts)  
CAD model of the intravenous force sensing element (left) and photograph of the realised elements (right)





## Wir sind bereit für kluge Köpfe.

Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stellen sich täglich den Herausforderungen des dynamischen Energiemarkts. Dafür brauchen wir auch in Zukunft kluge Köpfe, die mit Engagement und Ideen die Energie- und Trinkwasserversorgung von morgen sicherstellen.

**HSE**   
HEAG Süd Hessische Energie AG

### **Energieversorgung der Zukunft mitgestalten**

Eine sichere und umweltschonende Energie- und Trinkwasserversorgung ist eine der zentralen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Hochqualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der verschiedenen kaufmännischen und technischen Fachrichtungen stellen sich bei der HEAG Süd Hessische Energie AG (HSE) jeden Tag der Herausforderung, auf die veränderten Rahmenbedingungen des Energiemarktes zu reagieren. Dafür braucht die HSE auch in Zukunft kluge Köpfe, die mit ihrem Engagement und ihren Ideen die Energie- und Trinkwasserversorgung von morgen ermöglichen.

Der Garant für den wirtschaftlichen Erfolg sind die eigenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Daher ist es für den HSE-Konzern von zentraler Bedeutung, immer wieder gute Nachwuchskräfte zu gewinnen und zu binden. Bereits während des Studiums erhalten angehende Akademiker die Chance, die eigene Energie in Erfolg umzusetzen: sei es im Rahmen eines Praktikums oder einer Diplomarbeit. Nach einem zügig und erfolgreich abgeschlossenen Studium bietet das Unternehmen interessante Perspektiven in einem dynamischen und zukunftsfähigen Markt.

Der HSE-Konzern mit seinen rund 2.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist verantwortlich für die Lebensadern der Region und schafft durch seine Versorgungsnetze die Basis für den Wirtschaftsstandort Südhessen. Mit ihren Tochter- und Beteiligungsgesellschaften ist die HSE entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Erzeugung und Beschaffung von Energie- und Trinkwasser, der Verteilung bis hin zum Vertrieb aktiv. In der Region versorgt die Vertriebstochter ENTEGA mehr als 645.000 Kunden zuverlässig mit Strom, Erdgas, Trinkwasser und Wärme zu im bundesweiten Vergleich günstigen Preisen. Daneben betreibt die HSE großtechnische Anlagen wie das Darmstädter Müllheizkraftwerk, mehrere Heizkraftwerke und zwei Klärwerke in Darmstadt. Dabei erzielt der Konzern einen Jahresumsatz von über einer Milliarde Euro.

Um die eigene unternehmerische Unabhängigkeit langfristig zu sichern, möchte das Unternehmen in den kommenden Jahren seinen Eigenerzeugungsanteil an Strom von derzeit 15 auf bis zu 70 Prozent ausbauen und setzt neben der Beteiligung an konventionellen Kraftwerken auch auf den Ausbau von regenerativen Energien wie zum Beispiel Biogas und Biomasse.

Kenngröße	Nennkraft	Kraftauflösung	Linearitätsfehler	Hysteresefehler	Dynamik
Wert	5 N	100 mN	< 10 %	< 15 %	10 <sup>-10</sup> bis 10 <sup>3</sup> Hz

Tabelle 3  
Zusammenstellung der wichtigsten Anforderungen an laparoskopische Kraftsensoren  
Compilations of important requirements for laparoscopic force sensors

Abb. 10  
Systemdarstellung INKOMAN  
Block diagram of the system INKOMAN

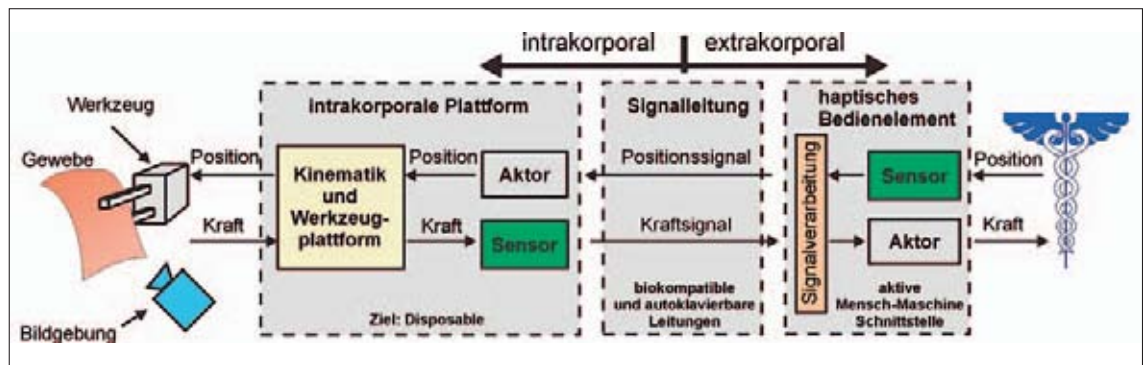
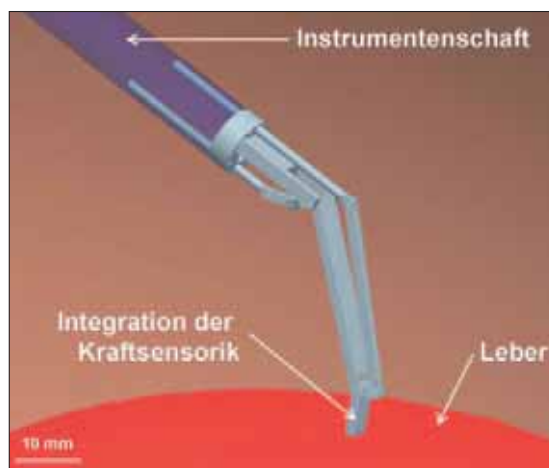


Abb. 11  
Funktionsmuster der Kinematik für INKOMAN. An der Instrumentenspitze erfolgt die Kraftmessung.  
Functional model of the kinematics of INKOMAN. Force will be measured at the tool tip.



Die Entwicklung des Antriebssystems bestehend aus einer neuartigen Aktorik und einer innovativen Kinematik wird durch zwei wissenschaftliche Mitarbeiter des Fachgebiets „Mikrotechnik“, die Entwicklung des Sensor-Aktor-Systems zur Realisierung der haptischen Rückmeldung durch zwei Mitarbeiter des Fachgebiets „Prozessmess- und Sensortechnik“ bearbeitet.

### Ausblick

Die zukünftigen Forschungsarbeiten werden sich auf noch langzeitstabilere Miniatursensoren, auf Anordnungen als Sensorarrays, weitere Anwendungen direkt gekoppelter Sensor-Aktor-Systeme und auf die Selbstüberwachung einschließlich der Rekonfiguration gestörter Systeme konzentrieren. Neben Anwendungen in der Prozessmesstechnik und der Mechatronik stellen Anwendungen in der Medizintechnik ein besonders motivierendes Forschungsgebiet dar. Voraussetzung für eine erfolgreiche Forschungsarbeit ist der enge Kontakt zu den medizinischen Einrichtungen und die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit den Medizinern. Dabei besteht gegenwärtig das Hauptziel in der Unterstützung der medizinischen Diagnostik und Therapie durch die Bereitstellung miniaturisierter elektromechanischer Systeme und zukünftig in Unterstützungssystemen für kranke und ältere Menschen zur Sicherung zusätzlicher Lebensqualität.

### Literatur

[1] Blechschmidt-Trapp, R.: „Akustische Diagnostik der Lunge mit Hörschall“. Dissertation, Institut für Elektromechanische Konstruktionen, TU Darmstadt, 2003

[2] Weber, T., Werthschützky, R.: „Augeninnendruckmessung mit einem optimierten Messsystem zur Luft- Applanationstomometrie“. 20. AHMT Symposium, Tagungsband S. 181 – 192, Bayreuth 2006

[3] Müller, R. et. al.: „Telemetrisches Messsystem zur Bestimmung des Druckes der Zunge gegen den Gaumen“. Biomedizinische Technik, Bd. 48, Heft 9, S.226 – 229, Berlin 2003

[4] Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt: „Abteilung Robotik“. www.robotic.dlr.de/Tobias.Ortmaier/, (abgerufen am 16.01.06)

[5] Arbeitsgemeinschaft gynäkologische Endoskopie: „Geschichte der Endoskopie“. http://age.saxxon.de/modules/tinycontent/index.php?id=15, (abgerufen am 11.01.2007)

[6] Kern, T. A., Hermann J., Klages, S., Meiss T., Werthschützky, R.: „Lösungsansätze für haptische Assistenz bei Katheterisierungen“. Biomedizinische Technik, Bd. 50, 2005, S. 8 – 13

[7] Kern, T.A.: „Haptisches Assistenzsystem für diagnostische und therapeutische Katheterisierungen“. Dissertation, Institut für Elektromechanische Konstruktionen, TU Darmstadt, 2006

[8] Meiss, T., Kern, T. A.; Klages, S., Werthschützky, R.: „HapCath: Miniaturized Force Sensors for Catheterization“. BMT-Tagung, ETH Zürich, Schweiz, Sept. 2006

[9] Becker N, Wahrendorf J: „Krebsatlas der Bundesrepublik Deutschland“. 1997, Internetversion: http://www.dkfz-heidelberg.de/epi/Home\_d/Programm/AG/Praevent/Krebsshom/main/deutsch/frame1.htm, abgerufen am 05.01.2007

[10] Röse, A., Kern, T. A.; Eicher, D., Schemmer, B., Schlaak, H. F.: „INKOMAN – An intracorporal manipulator for minimally invasive surgery“. BMT-Tagung, ETH Zürich, Schweiz, Sept. 2006

[11] Rausch, J.; Röse, A.; Werthschützky, R.; Schlaak, H. F.: „INKOMAN - Analysis of mechanical behaviour of liver tissue during intracorporal interaction“. BMT-Tagung, ETH Zürich, Schweiz, Sept. 2006

## Wild Thing.

Wer hier mehr als eine Druckmaschine sieht, bringt genau die Leidenschaft mit,  
die wir von unseren Bewerbern erwarten.



Der Rhythmus unserer Druckmaschinen ist Musik in unseren Ohren. Wenn Sie sich vorstellen können, als Ingenieur oder Wirtschaftswissenschaftler, gerne auch als Diplomand oder Praktikant, auf der Bühne des Weltmarktführers mitzuspielen, bewerben Sie sich über den Link Karriere auf [www.heidelberg.com](http://www.heidelberg.com)

**HEIDELBERG**

### **Motor für Innovationen: Forschung & Entwicklung bei Heidelberg**

Innovation ist ein zentraler Schlüssel zum wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens. In Forschung & Entwicklung (F&E) laufen die Fäden für die Umsetzung von Innovationen zusammen. Um die Innovationskraft von Heidelberg zu halten und auszubauen, investiert der Weltmarktführer bei Bogenoffset-Drucksystemen pro Jahr mehr als sechs Prozent seines Umsatzes - mehr als 200 Millionen Euro.

Ein Schwerpunkt von Heidelberg sind Bogenoffset-Maschinen, die - in drei Formatklassen gegliedert - Bedruckstoffe von 35 x 50 cm bis 75 x 105 cm bedrucken können. Die Druckmaschinen bilden zusammen mit den Geräten zur Druckplattenbebilderung und zur Druckweiterverarbeitung sowie den Softwaresystemen zur vollständigen Integration aller Prozessschritte im Druckereibetrieb eine durchgängige Wertschöpfungskette im Bogenoffsetdruck.

Damit ist der Rahmen für Forschung & Entwicklung (F&E) bei Heidelberg abgesteckt. Sie ist konsequent anwendungsorientiert und hat die Aufgabe, diesen kompletten Workflow mit Innovationen voranzutreiben, ihn besser, schneller, bedienerfreundlicher zu machen. Einzelne und in der Summe zielen technische Neuerungen stets auf kundenrelevante Eigenschaften unserer Produkte wie Druckqualität steigern, Zeit und Kosten sparen - durch kürzere Einrichtezeiten, geringeren Verbrauch, bessere Funktionalität, weniger Makulatur, stabilere Prozesse, schnellere Durchlaufzeiten des Jobs von der Auftragsannahme bis zur Auslieferung an den Druckereikunden.

## Institut für Elektromechanische Konstruktionen EMK an der Technischen Universität Darmstadt

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten am Institut für Elektromechanische Konstruktionen (EMK) im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik steht der Entwurf von elektromechanischen Systemen und deren Umsetzung in Form von Aktoren, Sensoren und zunehmend von direkt gekoppelten Sensor-Aktor-Systemen. Dabei sind die Hauptanwendungsfelder die industrielle Sensorik, der Präzisionsgerätebau und die Medizintechnik. Durch die Nutzung neuartiger Formgebungs-, Aufbau- und Verbindungs- sowie Packagingverfahren der Mikrosystemtechnik, die am Institut verfügbar sind und ständig weiterentwickelt werden, wird die für den Einsatz in der Medizintechnik erforderliche drastische Abmessungsreduzierung ermöglicht.

In den beiden eng verzahnten Fachgebieten „Mikrotechnik und Elektromechanische Systeme“ (Prof. Schlaak) und „Prozessmess- und Sensortechnik“ (Prof. Werthschützky) werden gegenwärtig folgende Schwerpunktthemen bearbeitet:

- Haptische Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Miniaturisierte Positioniersysteme
- Mikroaktoren und Mikrosensoren für mechanische Größen
- Sensorsysteme und direkt gekoppelte Sensor-Aktor-Systeme
- Medizinische Geräteentwicklung
- Selbstüberwachung und Rekonfiguration autarker Sensoren und Sensorsysteme

### Ansprechpartner:


Prof. Dr.-Ing. habil. Roland Werthschützky  
 Fachbereich 18  
 Elektrotechnik und Informationstechnik  
 Institut für Elektromechanische Konstruktionen  
 Fachgebiet: Prozessmess- und Sensortechnik  
 Merckstraße 25  
 64283 Darmstadt  
 E-Mail: werthschuetzky@emk.tu-darmstadt.de  
 www.institut-emk.de

Sie möchten sich darstellen, mitteilen oder präsentieren?

Wir sind Ihr Partner!

Denn wir bieten Ihnen alle anfallenden Produktionsschritte aus einer Hand, angefangen vom persönlichen Beratungsgespräch, dem individuellen Layout und der digitalen Vorstufe bis hin zum fertigen Druck, der Weiterverarbeitung, Veredelung und vielem darüber hinaus.

Wasserloser Offsetdruck...  
 ...der Umwelt zuliebe!!!

**VMK**  Druckerei GmbH

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:

VMK Druckerei GmbH  
 Faberstr. 17 • 67590 Monsheim  
 Tel.: 06243/909-110  
 Fax: 06243/909-100  
 E-Mail: [info@vmk-druckerei.de](mailto:info@vmk-druckerei.de)  
 oder besuchen Sie uns doch  
 auf unserer Homepage unter:  
[www.vmk-druckerei.de](http://www.vmk-druckerei.de)



# Inserentenverzeichnis

<b>A</b>		<b>I</b>	
ABB AG	9	IKK-Direkt	47
Air Liquide Deutschland GmbH	7	<b>K</b>	
AREVA NP GmbH	U3	KNF Neuberger GmbH	42
AVL Advanced Simulation Technologies	38, 39	<b>L</b>	
<b>C</b>		Landesmesse Stuttgart GmbH	15
Continental AG	U4	Levitec GmbH	66
<b>E</b>		<b>N</b>	
ETO Magnetic KG	33	NEC	33
<b>F</b>		<b>O</b>	
Frankfurter Allgemeine Zeitung	51	Omya International AG	21
Ferchau Engineering GmbH	55	<b>P</b>	
Fraunhofer SIT	26	Prowell GmbH	25
Fujitsu Microelectronics Europe GmbH	20	<b>R</b>	
<b>H</b>		Rohwedder AG	57
Heidelberger Druckmaschinen AG	61	<b>S</b>	
Henkel KGaA	43	SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG	67
Hexagon Metrology GmbH	19	Siemens AG	U2
HSE HEAG Süd Hessische Energie AG	59	Siemens AG	37
		Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Mannheim GmbH	19
		SMS Demag AG	11
		Süwag Energie AG	15
		<b>V</b>	
		VDI Verlag GmbH	31
		Voith Paper Holding GmbH & Co. KG	27
		<b>W</b>	
		Wella	10



## Lagerlose Motoren als Hochdrehzahlantriebe

Tobias Schneider, Andreas Binder

Zur berührungslosen Lagerung von Hochdrehzahlantrieben kommen häufig aktive Magnetlager zum Einsatz. Der lagerlose Motor bietet hier eine interessante Alternative. Er erlaubt es, bei Beibehaltung der Magnetlagervorteile wie Wartungsarmut, Schmiermittel- und Abriebsfreiheit sowie geringen Reibungsverlusten die Anzahl der benötigten Komponenten deutlich zu reduzieren. Nach erfolgreichen Anwendungen im Niederdrehzahlbereich dringt der lagerlose Motor nun zu Drehzahlen bis 60 000 /min vor.

***Bearingless motors as high-speed drives***  
Active magnetic bearings are widely used to provide non-contact suspension in high-speed applications. Bearingless motors are an interesting alternative as they allow keeping the benefits of magnetic bearings, e.g. less maintenance, no lubricants, no abrasion and low-friction, while reducing the number of required components. After being successfully introduced to the market in the low-speed range, bearingless motors are now expanding into the high-speed range of currently up to 60 000 rpm.

## Magnetisch gelagerte Hochdrehzahltriebe

Getriebelose Direktantriebe mit hohen Drehzahlen schaffen neue Möglichkeiten der Antriebsintegration in bestehende Arbeitsmaschinen und erwecken daher ein stetig steigendes Interesse. Ein weiterer Vorteil hochdrehender Elektromotoren ist die kompakte Bauart des Motors selbst. Da sich die Motorabgabeleistung als Produkt aus Drehzahl und Drehmoment ergibt, sorgt eine hohe Motordrehzahl bei einer bestimmten geforderten Leistung für ein kleines Drehmoment. Dieses wiederum bestimmt im Wesentlichen die Baugröße des Motors. Ein kleines Drehmoment kann mit einem kleinen Hebelarm, also einem kleinen Motordurchmesser realisiert werden. Hochdrehzahlmotoren mit nur kleinen Drehmomenten sind daher trotz großer Abgabeleistungen äußerst kompakt. Einige Anwendungen erfordern prozessbedingt eine hohe Drehzahl, zum Beispiel Schwungradspeicher zur Speicherung von Energie in rotierenden Massen oder Ultra-Zentrifugen. Für solche Hochdrehzahlanwendungen sind getriebelose, direkt gekuppelte hochdrehende Antriebsmotoren ideal. Da mechanische Wälzlager bei sehr hohen Drehzahlen an ihre Festigkeitsgrenzen stoßen, setzt man häufig Magnetlager ein, bei denen der Rotor frei schwebend in einem Magnetfeld gelagert wird. Hier kommen bevorzugt so genannte aktive Magnetlager zum Einsatz. Die Position der Welle wird im Bereich von wenigen Mikrometern durch Sensoren, zum Beispiel auf Wirbelstrombasis, erfasst und speziell geregelte Elektromagnete an beiden Seiten des Antriebs ziehen die Welle in die Mitte des Motors. Zusätzlich zu den Vorteilen der hohen Drehzahl ergeben sich weitere Vorteile durch die berührungslose Lagerung. Da keinerlei mechanischer Kontakt zwischen den rotierenden und den feststehenden Motorteilen besteht, entsteht kein mechanischer Verschleiß, so dass magnetisch gelagerte Motoren sehr wartungsarm sind. Besonders in Reinräumen erweist sich die Schmiermittel- und Abriebsfreiheit als Vorteil, da jegliche Verschmutzung der Umgebung ausgeschlossen wird. Weiterhin hat man durch die Regelung der Position der Welle die Möglichkeit, aktiv in die Dämpfung der Lagerung einzugreifen [1].

## Magnetisch gelagert ohne Magnetlager

Neben zahlreichen Vorteilen bringen konventionelle Magnetlager auch einige Nachteile mit sich. So steigen die Kosten für das Gesamtsystem durch den Einbau zusätzlicher Komponenten wie den beiden Magnetlagern. Sowohl die Magnetlager selbst als auch die zugehörigen Umrichter sind Spezialkomponenten. Außerdem wird der Antriebsstrang durch die Magnetlager deutlich verlängert, was besonders im Hinblick auf die Rotordynamik und die Resonanzdrehzahlen der Welle ungünstig ist. Gelingt es, die zur Lagerung benötigten Kräfte direkt im Aktivteil des Motors zu erzeugen, entfallen die Radialmagnetlager. Man erhält einen so genannten lagerlosen Motor [2]. Abb. 1 zeigt das Prinzip zur Krafterzeugung innerhalb eines Elektromotors. Während bei einem konventionellen Motor durch das Zusammenwirken eines beispielsweise zweipoligen Rotors mit einem

ebenfalls zweipoligen Statorfeld ausschließlich Drehmoment erzeugt wird, wird bei einem lagerlosen Motor ein zweites Statorfeld, das so genannte Tragfeld benutzt, um Querkräfte direkt innerhalb des Motors zu erzeugen. Die Polpaarzahl des Tragfeldes muss sich dazu um plus oder minus eins von der des Antriebsfeldes unterscheiden. Benutzt man diese Kräfte zur berührungslosen Lagerung der Welle, bleiben alle Vorteile der konventionellen Magnetlagerung erhalten. Es entfallen jedoch die Radialmagnetlager mit ihren Spezialblechschnitten und die Magnetlagerelektronik für deren Bestromung. Stattdessen greift man auf Standardkomponenten wie Normblechschnitte für Elektromotoren und dreiphasige Hochfrequenz-Umrichter sowohl zum Antreiben als auch zum Tragen zurück. Als Zusatzkomponenten verbleiben lediglich die Abstandssensoren, der Positionregler sowie die für den Notfall vorgesehenen mechanischen Fanglager. Im Falle hoher Axialkräfte oder exakter axialer Positionierung ist ein konventionelles Axialmagnetlager weiterhin erforderlich, da die Axialkräfte von Radiallagern und lagerlosen Motoren i.a.R. klein sind.

## Stand der Technik bei lagerlosen Motoren

Das Prinzip der Krafterzeugung durch Kombination zweier Magnetfelder mit unterschiedlichen Polpaarzahlen ist nicht auf einen bestimmten Motortyp beschränkt. In der Vergangenheit wurden bereits verschiedene Motortypen, wie zum Beispiel Asynchronmaschinen, permanent magneterrechte Synchronmaschinen und synchrone bzw. geschaltete Reluktanzmaschinen als lagerlose Motoren ausgeführt [3]. Während bei zylinderförmigen Rotoren eine Zweipunktlagerung realisiert werden muss, die entweder aus einer Kombination eines lagerlosen Motors mit nur einem Magnetlager oder komplett lagerlos aus zwei lagerlosen Halbmotoren bestehen kann, besteht

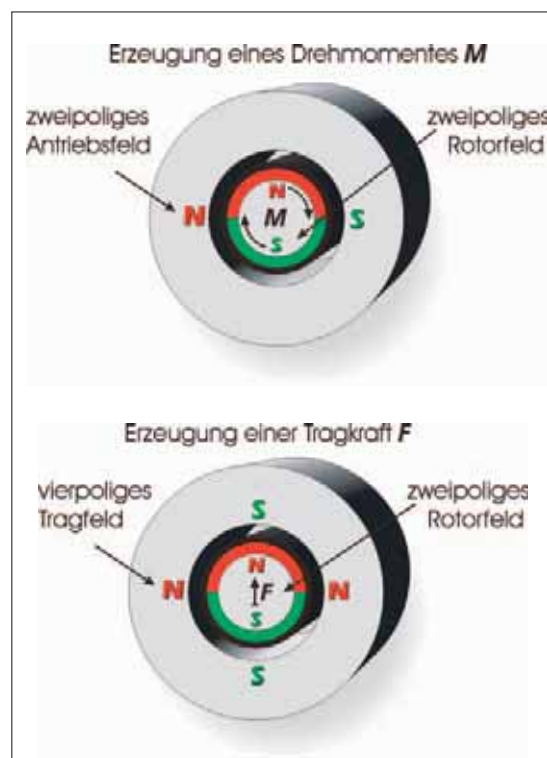


Abb. 1  
Prinzip der Drehmoment- und Krafterzeugung im Innern eines lagerlosen Permanentmagnetmotors  
Principle of torque and force generation inside a bearingless permanent magnet motor

Abb. 2  
Bemessung der Tragkräfte  
mittels numerischer Feld-  
berechnung  
Calculation of levitation  
forces with numerical field  
calculations

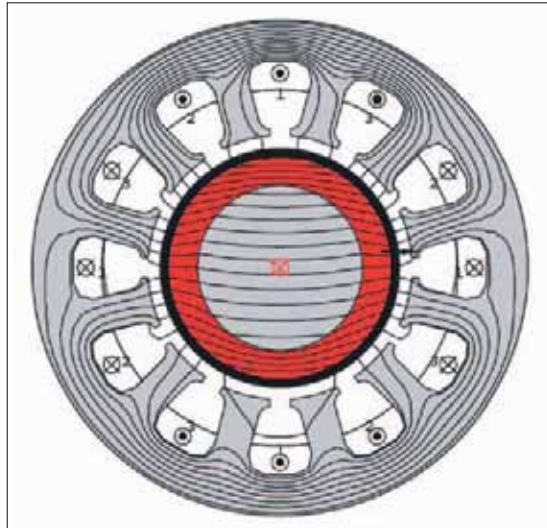
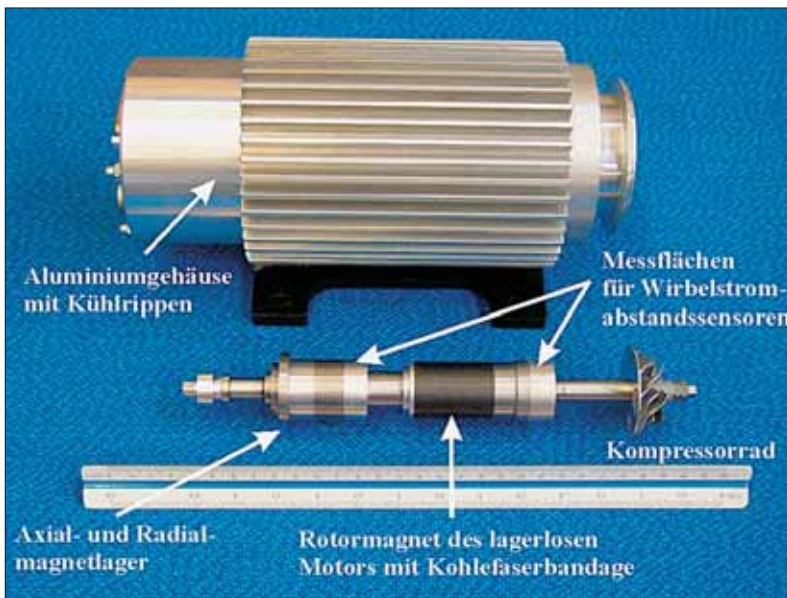


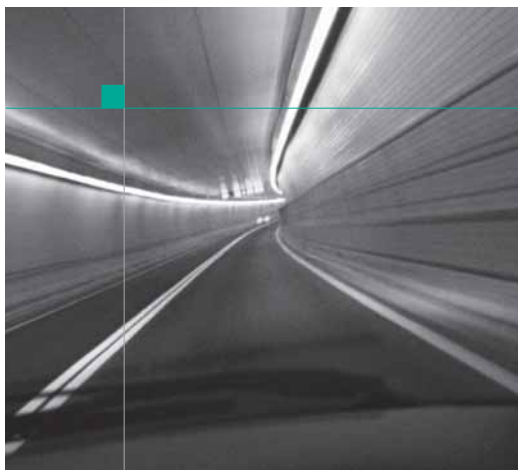
Abb. 3  
Komponenten des lagerlo-  
sen High-Speed Prototyp-  
Motors (500 W, 60 000  
/min)  
Components of bearingless  
high-speed motor proto-  
type



die Möglichkeit, bei sehr kurzen, scheibenförmigen Motoren auf die zweite Lagerstelle zu verzichten. Der axiale Zug des Motors wirkt sowohl dem axialen Versatz als auch dem Kippen entgegen. Diese Motorvariante der lagerlosen Scheibenläufermotoren hat bereits Marktreife erreicht und wird in Pumpen für hochreine Materialien oder in der Medizintechnik, zum Beispiel bei Blutpumpen, eingesetzt [4]. Lagerlose Motoren mit zylinderförmigem Läufer wurden in der Vergangenheit jedoch nur im niedrigen bis mittleren Drehzahlbereich als Prototypen erprobt. Ein Serieneinsatz steht noch aus.

### Drehzahlrekord

Um den Hochdrehzahlbereich auch für lagerlose Motoren zu erschließen, entstand am Institut für Elektrische Energiewandlung in enger Kooperation mit der Firma LEViTEC GmbH, Lahnau, ein lagerloser permanent magnet-erregter High-Speed Synchronmotor. Die Nenndrehzahl des entwickelten Prototyps beträgt 60000/min bei einer Leistung von 500 W und stellt somit den aktuellen Drehzahlrekord für lagerlose Antriebe dar. Da sich ein axiales Magnetlager sehr platz sparend mit einem radialen Magnetlager kombinieren lässt, wurde eine Variante gewählt, bei der ein konventionelles Magnetlager mit radialer und axialer Lagerung und ein lagerloser Motor zusammen die beiden benötigten Lagerstellen zur Verfügung stellen. Der Antriebsmotor selbst ist ein zweipoliger permanent magnet-erregter Synchronmotor. Abb. 2 zeigt das Ergebnis einer numerischen Feldberechnung zur Verifikation der Motorauslegung. Aufgrund der hohen Fliehkräfte wird der Antriebsmagnet durch eine Kohlefaserbandage gehalten. Die Erzeugung der Tragkräfte innerhalb des Motors übernimmt eine vierpolige Tragwicklung im Stator. Abb. 3 zeigt den Prototyp des High-Speed Motors vor der Montage der Welle. Die Ansteuerung des Motors übernehmen Steuerer der Firma LEViTEC.



## High Speed – High Performance

Die perfekte Kombination der neuesten leistungsstarken Einbaumotoren des Antriebsspezialisten LEViTEC mit den eigenen HF-Antriebsreglern SINUS 4000 bietet höchste Performance. Neugierig?



**LEViTEC**

Levitec GmbH  
D-35633 Lahnau  
Fon +49 (0) 6441/ 96 65-0  
www.levitec.de

## Perspektiven bei SEW-EURODRIVE

Mein Studium geht voran. Irgendwie freue ich mich darauf, auch mal über den Bücherrand schauen zu können. Experiment Berufswelt. Wie sieht die Praxis aus? Und wie werden die Spielregeln sein?

Informationen und Online-Bewerbung

[www.jobs-sew.de](http://www.jobs-sew.de)



SEW-EURODRIVE – eines der führenden Unternehmen in der Antriebstechnik. Mit über 11.000 Mitarbeitern in 44 Ländern bringen wir die Welt in Bewegung. Und Sie? Studieren Sie Wirtschaftsingenieurwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik, Mechatronik, Informatik oder Wirtschaftswissenschaften? In unserem

Unternehmen finden Sie die praktischen Antworten auf Ihre Fragen. Und ganz nebenbei: ideale Rahmenbedingungen für Praktikum, Diplomarbeit oder Berufseinstieg – in einem internationalen Umfeld und mit Freiräumen für eigenständiges Handeln. Schon mal darüber nachgedacht?

SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG  
DriveAcademy/Personalentwicklung  
Postfach 30 23 · D-76642 Bruchsal  
→ [www.jobs-sew.de](http://www.jobs-sew.de)

**Literatur**

- [1] Schweitzer, G., Traxler, A.; Bleuer, H.: Magnetlager, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993
- [2] Kamme, U.; Redemann, Chr.: Alles in der Schwebe, Elektronik, 18/2000
- [3] Salazar, A.; Chiba, A.; Fukao, T.: A review of developments in bearingless motors, 7th Int. Symposium on Magnetic Bearings, S. 335-340, Aug. 23-25, 2000, ETH Zürich
- [4] Schoeb R.: Frei schwebend – Spaltpumpen fördern ohne Lager und ohne Dichtung, PROCESS, S. 38-40, 12-2002

**Ausblick**

Nach den erfolgreichen Tests des Prototyps mit 60000/min ist zurzeit ein zweiter lagerloser Motor in einem vergleichbaren Drehzahlbereich mit deutlich höherer Leistung im Bau. Bereits jetzt lässt sich sagen, dass der lagerlose Motor seine Hochdrehzahltauglichkeit unter Beweis stellen konnte und daher das Potenzial hat, sich in einem wachsenden Markt für magnetgelagerte Antriebe neben den konventionell aktiv magnetgelagerten Motoren zu etablieren.

**Institut für Elektrische Energiewandlung**

Das Institut für Elektrische Energiewandlung (Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der TU Darmstadt) beschäftigt derzeit 12 wissenschaftliche Mitarbeiter mit den Forschungsschwerpunkten:

- High-Speed Antriebe
- Magnetlagerung
- Antriebe für elektr. Bahnen und Hybrid-Autos
- Linear- und Direktantriebe, Mechatronik in der Antriebstechnik
- Generatoren für regenerative Energien
- Parasitäreffekte bei Umrichterspeisung (DFG-Forschergruppe FOR575)

**Institutsleiter:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Binder  
 Tel.: 06151/16-2167  
 E-Mail: abinder@ew.tu-darmstadt.de

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Ing. Tobias Schneider  
 Tel.: 06151/16-5263  
 E-Mail: tschneider@ew.tu-darmstadt.de

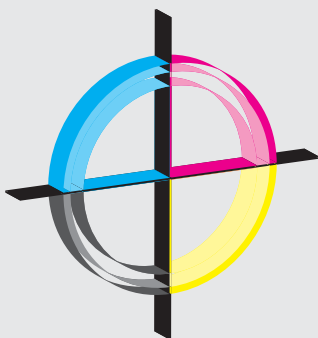
**Adresse:**

Institut für Elektrische Energiewandlung  
 Landgraf-Georg-Straße 4, 64283 Darmstadt  
 www.ew.e-technik.tu-darmstadt.de

GUTSCHEIN  
 100,- €

FÜR IHREN NÄCHSTEN  
 DRUCKAUFTRAG!

bei einem Mindestnetto-Warenwert von 400,- Euro



- Kreativ
- Flexibel
- Kompetent

Farbe auf den Punkt gebracht!



Druckerei GmbH  
 Faberstraße 17  
 67590 Monsheim  
 Tel.: 06243 / 909-110  
 Fax: 06243 / 909-100  
 info@vmk-druckerei.de  
 www.vmk-druckerei.de

Gilt pro Druckauftrag  
keine Barauszahlung möglich

# BOOST YOUR TALENT WITH A CAREER IN ENERGY



Mit 58.000 Mitarbeitern/-innen, Niederlassungen in 40 Ländern und einem Vertriebsnetz, das mehr als 100 Länder abdeckt, bietet AREVA ihren Kunden zuverlässige technologische Lösungen für CO<sub>2</sub>-freie Energieerzeugung sowie die Energieübertragung und -verteilung.

Zur AREVA-Gruppe gehört die AREVA NP, ein Unternehmen von AREVA und Siemens, mit rund 14.000 Mitarbeitern/-innen. Von unseren Standorten in Frankreich, Deutschland und den USA aus arbeiten wir in allen Teilen der Welt.

## ➤➤ **Technologieführerschaft hat bei uns Tradition**

Forschung und Entwicklung sind seit jeher Garanten für unseren Unternehmenserfolg. Nur deshalb können wir heute die modernsten und sichersten Reaktordesigns anbieten und schlüsselfertig für unsere Kunden bauen. Dies wird auch in Zukunft so bleiben. Es gilt, Gutes noch besser zu machen und den weltweit anerkannten Sicherheitsstandard unserer Reaktoren weiter zu erhöhen. Von uns gebaute Kernkraftwerke erzeugen in elf Ländern kostengünstig und CO<sub>2</sub>-frei Strom. Immer mehr Betreiber setzen auf das Know-how unserer Teams und auf unsere hochspezialisierten Tools, um ihre Anlagen noch wettbewerbsfähiger zu machen.

## ➤➤ **Menschen – Ideen – Karrieren**

Wer sich für uns entscheidet, findet interessante Aufgabenfelder. Bei einem Global Player zu arbeiten verlangt neben Fachwissen und Kreativität auch Offenheit und Verständnis für andere Kulturen. Die von uns entwickelten und angemeldeten Patente belegen Jahr für Jahr unsere herausragende Kompetenz. Mit neuartigen Reaktoren wollen wir der Kernenergie in den nächsten Jahrzehnten neue Einsatzgebiete in der Energiewirtschaft erschließen. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus den unterschiedlichen technischen und wissenschaftlichen Disziplinen arbeiten bereits heute an diesen Herausforderungen von morgen. Auch für Sie eröffnen sich einmalige Karrierechancen.

Möchten Sie an diesen herausfordernden Aufgaben mitarbeiten und Ihre Fähigkeiten einbringen?

An unseren Standorten in Deutschland, z.B. Erlangen, Offenbach, Karlstein, Lingen und Duisburg, geben wir Ihnen jederzeit die Gelegenheit zum Einstieg.

Wir suchen mehrere Ingenieure, Techniker und technische Assistenten (m/w), gerne auch mit gleichwertigem ausländischen Abschluss, mit Schwerpunkt in einer der folgenden Fachrichtungen:

- **Maschinenbau/Verfahrens-/Kerntechnik**
- **Naturwissenschaften (Physik, Chemie)**
- **Elektrotechnik/Informatik**
- **Werkstoff-/Materialwissenschaften**
- **Bauwesen**
- **Wirtschaftsingenieurwesen**

Darüber hinaus bieten wir Studierenden dieser Fachrichtungen

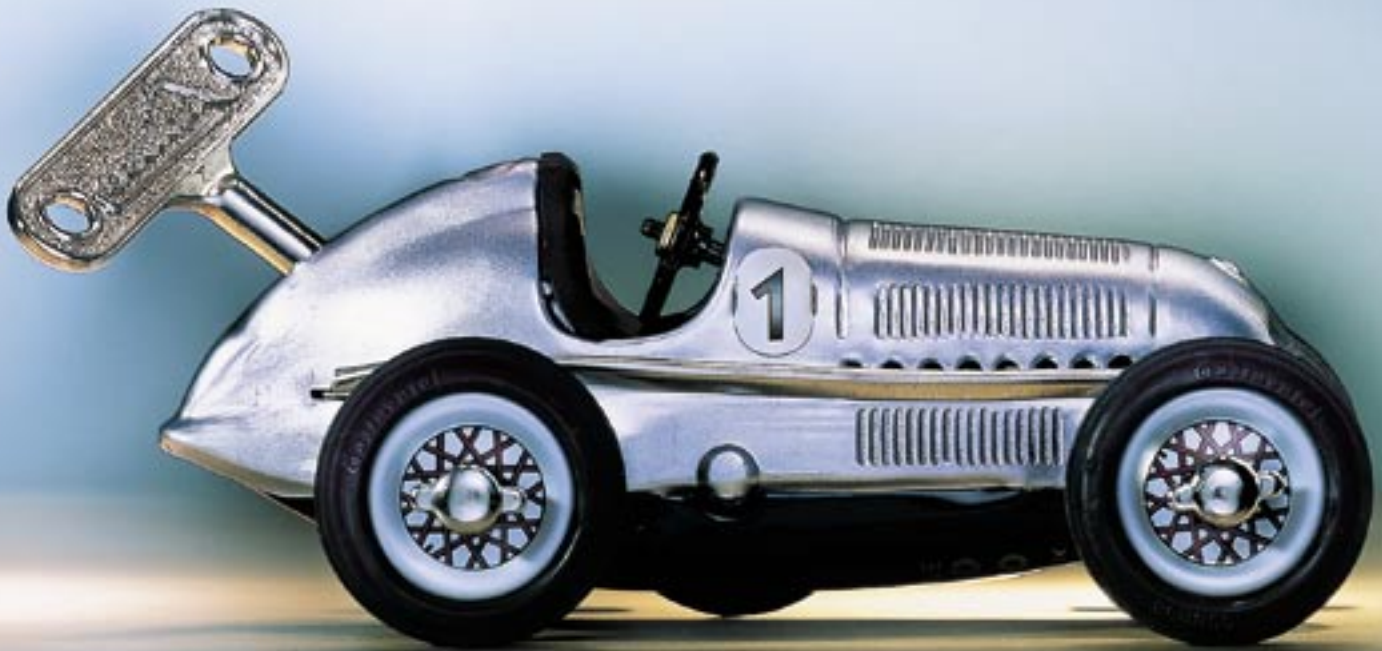
- **Jobs als Werkstudent/in**
- **Praktikumsplätze**
- **Studien-, Diplom- und Doktorarbeiten**

Wir freuen uns darauf, Sie kennen zu lernen.



Bitte bewerben Sie sich vorzugsweise online unter [www.aveva-np.com](http://www.aveva-np.com) oder nehmen Sie Kontakt mit uns auf:  
AREVA NP GmbH, Zentrales Recruiting, Frau Bernhild Pflanzler, Kaiserleistr. 29, 63067 Offenbach  
Für mehr Informationen: [www.aveva.com](http://www.aveva.com)

# Are you auto-motivated? Welcome!



Wir sind ein weltweit tätiger Technologiekonzern und innovativer Partner für die internationale Automobilindustrie. Mit derzeit rund 85.000 Mitarbeitern und einem Umsatz von 13,8 Mrd Euro im Jahr 2005 ist es unser Ziel, die Spitzenposition im Markt zu sichern. Und das rund um den Globus an mehr als 100 Standorten. Genug Möglichkeiten also, um bei Continental Ihre Karriere in Schwung zu bringen. In einem Klima, das geprägt ist von Offenheit, flachen Hierarchien, internationaler Mobilität und eigenverantwortlichem Handeln. Startbereit? Dann geht es hier zu unserem Hochleistungsteam:

**[www.conti-online.com](http://www.conti-online.com)**



**Continental** 