

RWTH

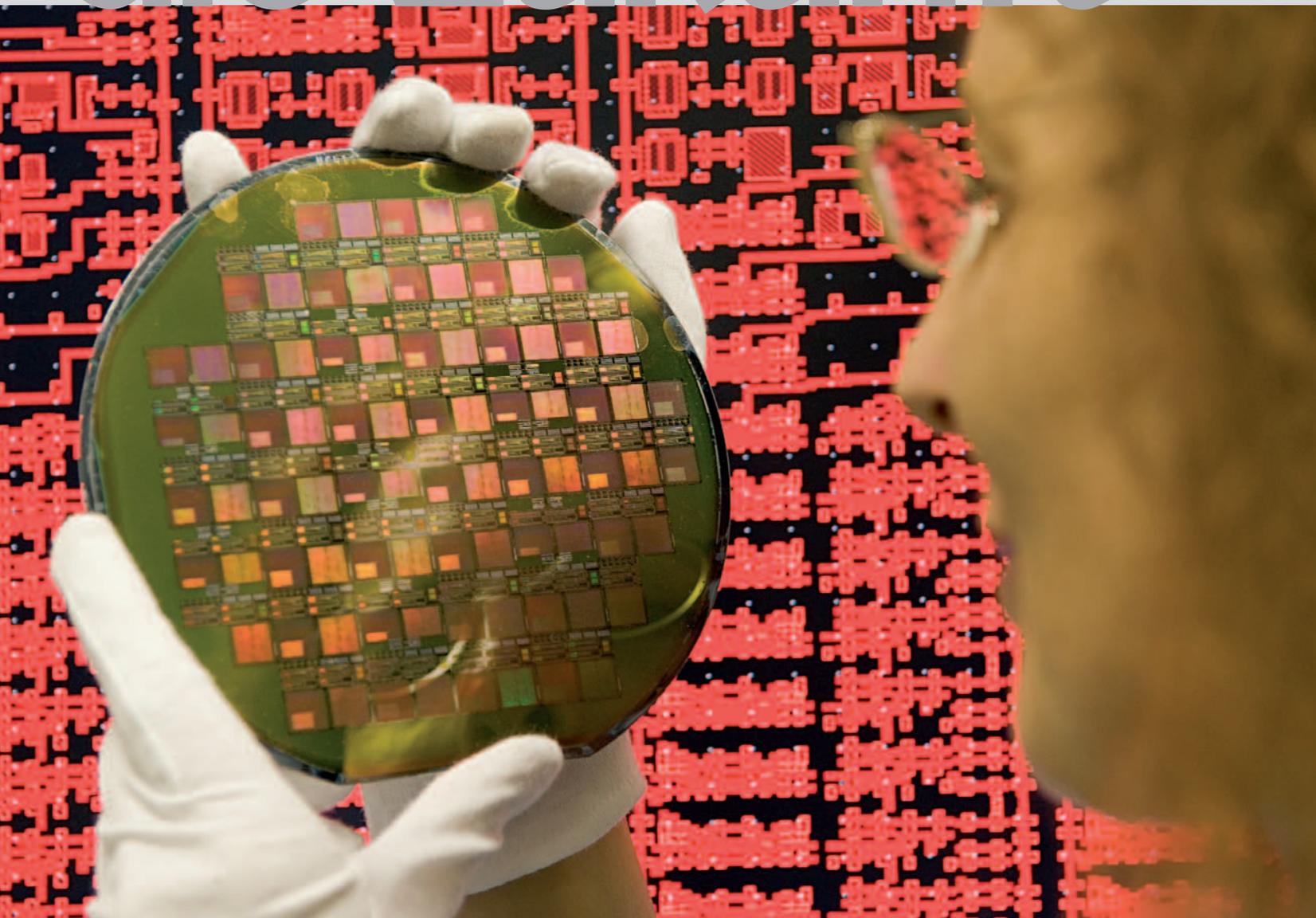
Exzellenz- initiative

Impulse für die Zukunft

BERICHTE
AUS DER
RHEINISCH-
WESTFÄLISCHEN
TECHNISCHEN
HOCHSCHULE
AACHEN

AUSGABE 1/2007

ISSN-NR.
0179-079X



Impressum
Herausgegeben
im Auftrag
des Rektors:
Dezernat Presse- und
Öffentlichkeitsarbeit
der RWTH Aachen
Templergraben 55
52056 Aachen
Telefon 0241/80-94327
Telefax 0241/80-92324
Pressestelle@zhv.rwth-aachen.de
www.rwth-aachen.de

Redaktion:
Sabine Busse
Angelika Hamacher

Verantwortlich:
Toni Wimmer

AUS DEM INHALT

Titel:
Architekturen
höchstintegrierter Systeme
sind ein Forschungsthema
des Exzellenzclusters UMIC:
80 Millionen Transistor-Design
des Lehrstuhls für Allgemeine
Elektrotechnik und Daten-
verarbeitungssysteme (EECS),
im Bild ein Wafer.
Foto: Peter Winandy

Rücktitel:
Wissenschaftler
des Lehrstuhls
für Prozesstechnik und
des Instituts für Geometrie
und Praktische Mathematik
entwickeln Methoden zur
Echtzeitoptimierung.
Damit lassen sich Abläufe bei
der Kaffeezubereitung ebenso
wie in der Großchemie
optimieren.
Foto: Peter Winandy

Fotos:
Peter Winandy

Anzeigen:
print'n'press, Aachen
jh@p-n-p.de

Art direction:
Klaus Endrikat

DTP:
ZAHRENDesign,
Aachen

Druck:
Druckerei Brimberg,
Aachen

Gedruckt auf
chlorfrei gebleichtem
Papier

Das Wissenschaftsmagazin
„RWTH-Themen“ erscheint einmal
pro Semester. Nachdruck einzelner
Artikel, auch auszugsweise,
nur mit Genehmigung der
Redaktion. Für den Inhalt
der Beiträge sind die Autoren
verantwortlich.

Sommersemester 2007

Vorwort des Rektors	4
Exzellenzinitiative	6
Exzellenzcluster	
„Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“:	
Neue Chancen für industrielle Standorte	8
Fortschrittliche Produkte durch innovative Fertigungsverfahren	12
Virtuelle Produktionssysteme erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit	14
Exzellenzcluster	
„Ultra High-Speed Mobile Information and Communication“ (UMIC):	
Die Zukunft der mobilen Datenübertragung	18
Mobilkommunikation im Jahr 2015	22
Kommunikationstechnik für das mobile Internet von morgen	26
Graduiertenschule	
„Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science“ (AICES):	
„The next Generation“ der Nachwuchswissenschaftler	34
Bei der Echtzeitoptimierung sitzt die Zeit im Nacken	38
Kranken Herzen helfen	44
DFG-Forschergruppe spürt Herzinfarktverursacher auf	50
Ost-West-Achse bei der Textilforschung	51
Startschuss für eine neue Form der universitären Eliteausbildung	52
RWTH Aachen Campus	53
Namen und Nachrichten	54
Ausblick	58

„Exzellenzinitiative – Impulse für die Forschung“

In der vorliegenden Ausgabe des Wissenschaftsmagazins „RWTH-Themen“ geht es vor allem um die Zukunft. Die beiden durch die Exzellenzinitiative geförderten Cluster sowie die Graduiertenschule beschäftigen sich mit spannenden Themen, die ein großes Zukunftspotenzial aufweisen.

Der Cluster „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ wird zeigen, wie sich der Industriestandort Deutschland für den globalen Wettbewerb rüsten kann. In einer Zeit der Abwanderung von Fertigungseinheiten, die viele Menschen in unserem Land betrifft, zeigen die Forschungsansätze der Produktionstechnik richtungsweisende Alternativen auf. Dabei sorgen der interdisziplinäre Ansatz und der enge Kontakt zur Wirtschaft für eine Bündelung der Kompetenzen und eine Vielfalt der Sichtweisen.

Einem Thema, das in den letzten Jahren Entwicklungen mit rasantem Tempo aufwies, widmet sich der Cluster „Ultra High-Speed Mobile Information and Communication“ (UMIC). Hier arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an neuen technischen Voraussetzungen für Anwendungen beim mobilen Einsatz von Telefon und Internet, welche die Entwicklung von völlig neuen Geräten und interessanten Dienstleistungen ermöglichen werden.

Die Ausbildung hochqualifizierter Doktoranden und die Forschung in einem zunehmend an Bedeutung gewinnenden Bereich hat sich die Graduiertenschule „Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science“ (AICES) zur Aufgabe gemacht. Die Simulation und rechnergestützte Begleitung komplexer Produktionsabläufe ist heute in vielen Sparten unerlässlich. AICES wird junge Nachwuchswissenschaftler auf dem Weg zur Promotion in besonderer Weise fördern.

Die Beispiele zeigen, dass die Exzellenzinitiative den Hochschulen wertvolle Chancen eröffnet hat, wichtige Zukunftsthemen mit besonderer Intensität anzugehen. In der RWTH setzte das Verfahren einen dynamischen Prozess in Gang, der kritische und konstruktive Diskussionen initiierte und die interdisziplinäre Teamarbeit in einer neuen Qualität förderte. Bereits diese Auseinandersetzung mit den Kernkompetenzen der Hochschule und die selbstkritische Analyse der Stärken und Schwächen haben eine Aufbruchstimmung erzeugt, die wertvolle langfristige Effekte verspricht.

Auch bei der zweiten Runde der Exzellenzinitiative ist die RWTH Aachen aufgefordert worden Anträge einzureichen: In der ersten Förderlinie bewirbt sich die Graduiertenschule „Bonn Aachen International Graduate School on Applied Informatics“ (BITGRAD). Bei den Exzellenzclustern geht das Thema „Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse“ an den Start. In der dritten Förderlinie steht das Zukunftskonzept zum projektbezogenen Ausbau universitärer Spitzenforschung „RWTH 2020: Meeting Global Challenges“ auf dem Prüfstand.

Einen spannenden Blick in die Zukunft wünscht Ihnen

Univ.-Prof. Dr. Burkhard Rauhut

Vorwort

Die Exzellenzinitiative

B

Bund und Länder haben am 23. Juni 2005 die Vereinbarung zur Exzellenzinitiative beschlossen. Ziel ist, den Wissenschaftsstandort Deutschland nachhaltig zu stärken, seine internationale Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern und Spitzen im Universitäts- und Wissenschaftsbereich sichtbar zu machen. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, kurz DFG, werden hierzu von 2006 bis 2011 insgesamt 1,9 Milliarden Euro zusätzliche Mittel für drei Förderlinien zur Verfügung gestellt:

- **Graduiertenschulen zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses**
- **Exzellenzcluster zur Förderung der Spitzenforschung**
- **Zukunftskonzepte zum projektbezogenen Ausbau der universitären Spitzenforschung**

Gefördert werden sollen in beiden Antragsrunden etwa 40 Graduiertenschulen mit jeweils durchschnittlich einer Million Euro pro Jahr und etwa 30 Exzellenzcluster mit jeweils durchschnittlich 6,5 Millionen Euro pro Jahr. Zudem wird ein pauschaler Zuschlag in Höhe von 20 Prozent der Fördersumme zur Deckung der mit der Förderung verbundenen indirekten Ausgaben bereitgestellt. Die Förderung in der dritten Förderlinie, der Zukunftskonzepte, setzt die Einrichtung von mindestens einem Exzellenzcluster und mindestens einer Graduiertenschule voraus. Die genauen Förderbedingungen wurden unter Berücksichtigung der von Bund und Ländern beschlossenen Kriterien festgelegt. Vorgesehen sind zwei Ausschreibungsrunden, wobei die Bewilligungen für die erste Runde im Jahr 2006 und die Bewilligungen für die zweite Runde im Jahr 2007 erfolgen werden. Antragsberechtigt sind Universitäten. Die Beteiligung außeruniversitärer Einrichtungen ist erwünscht. Der Förderzeitraum beträgt jeweils fünf Jahre. Die Antragstellung erfolgt in zwei Stufen: Antragsskizzen und Vollerträge. Die Antragsskizzen werden im Rahmen international besetzter Gutachterforen beurteilt.

Die Graduiertenschulen

Graduiertenschulen sind ein wesentlicher Beitrag zur Profilierung und Herausbildung wissenschaftlich führender, international wettbewerbsfähiger und exzellenter Standorte in Deutschland. Sie sind ein Qualitätsinstrument zur Förderung des wissen-

schaftlichen Nachwuchses und folgen dem Prinzip der Qualifizierung herausragender Doktorandinnen und Doktoranden innerhalb eines exzellenten Forschungsumfelds. Graduiertenschulen bieten somit innerhalb eines breiten Wissenschaftsgebietes optimale Promotionsbedingungen und fördern als international sichtbare und integrative Einrichtungen die Identifizierung der beteiligten Doktoranden mit dem jeweiligen Standort. Dabei gehen die Graduiertenschulen weit über das Instrument der Graduiertenkollegs hinaus und unterscheiden sich substantiell von diesen.

Die Exzellenzcluster

Mit den Exzellenzclustern sollen an deutschen Universitätsstandorten international sichtbare und konkurrenzfähige Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen etabliert und dabei wissenschaftlich gebotene Vernetzung und Kooperation ermöglicht werden. Die Exzellenzcluster sollen wichtiger Bestandteil der strategischen und thematischen Planung einer Hochschule sein, ihr Profil deutlich schärfen und Prioritätensetzung verlangen. Sie sollen darüber hinaus für den wissenschaftlichen Nachwuchs exzellente Ausbildungs- und Karrierebedingungen schaffen. Zusammen mit den Graduiertenschulen und den Zukunftskonzepten zum projektbezogenen Ausbau der universitären Spitzenforschung tragen Exzellenzcluster dazu bei, den Wissenschaftsstandort Deutschland nachhaltig zu stärken und seine internationale Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern.

Zukunftskonzepte zum projektbezogenen Ausbau der universitären Spitzenforschung

Zukunftskonzepte haben zum Ziel, die universitäre Spitzenforschung in Deutschland auszubauen und international konkurrenzfähiger zu machen. Gegenstand der Förderung sind alle Maßnahmen, welche die Universitäten in die Lage versetzen, ihre international herausragenden Bereiche nachhaltig zu entwickeln und zu ergänzen und sich als Institution im internationalen Wettbewerb in der Spitzengruppe zu etablieren. Auf diese Weise soll der Universitäts- und Wissenschaftsstandort Deutschland dauerhaft gestärkt und vorhandene Exzellenz besser sichtbar gemacht werden.

Quelle: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die Zukunft der mobilen Exzellenzcluster „Ultra High-Speed Information and

Zu Beginn der 90er Jahre waren Mobiltelefone noch sehr exklusive Geräte für einen kleinen Kreis von Nutzern, der vor allem aus Geschäftsleuten bestand. Das Internet wurde gerade erst öffentlich zugänglich und 1993 nahm der erste grafikfähige Webbrowser seinen Dienst auf. Heute, rund 15 Jahre später, gibt es in Deutschland genauso viele registrierte Mobiltelefone wie Einwohner und das Internet wird auch in Privathaushalten intensiv genutzt. Die Weiterentwicklung der Mobilfunksysteme zielt vor allem auf Datendienste. In Zukunft wird die mobile Datenübertragung im Vergleich zu den Sprachverbindungen deutlich wachsen. Das Internet wird mobil. Eine Vielzahl neuer „mobiler“ Anwendungen und Dienste werden entstehen.

Der Mobilfunk hat gegenüber dem Festnetzzugang aber mit besonderen Problemen zu kämpfen. Auf Grund der bestehenden Beschränkungen der Bandbreite, der wechselnden Übertragungsqualität und der Mobilität ist es wesentlich schwieriger, hohe Datenraten zu übertragen. Noch problematischer ist es, vielen Nutzern in einem enger begrenzten Gebiet gleichzeitig hohe Datenraten zur Verfügung zu stellen. Heutige Systeme versprechen zwar schon Werte im DSL-Bereich, also zwei Megabits pro Sekunde. Diese Werte können aber nur unter idealen Bedingungen erreicht werden, die praktisch fast nie gegeben sind, Bild 1. Mobile Informations- und Kommunikationssysteme der Zukunft müssen um Größenordnungen bessere „Dienstgüten“ erreichen als heutige Systeme. Gemessen wird diese Dienstgüte unter anderem an den tatsächlich erreichten Datenraten, an kurzen Antwortzeiten und an der Verbindungsverfügbarkeit und -zuverlässigkeit. Gleichzeitig müssen die Nutzungsentgelte günstig sein, damit neue Anwendungen auch angenommen werden.

Genau dieser Herausforderungen nimmt sich der Exzellenzcluster UMIC: Ultra High-Speed Mobile Information and Com-



Bild 1: Das mobile Internet: Realität und Vision

munication – Mobile Information und Kommunikation mit höchsten Datenraten an. Weiterentwicklungen in den verschiedenen Teilgebieten werden dabei deutliche Verbesserungen bringen. Um die erforderlichen großen Fortschritte zu erreichen, ist aber ein enge interdisziplinäre Zusammenarbeit der beteiligten Disziplinen erforderlich.

Die UMIC-Forschung wird von drei Pfeilern getragen, Bild 3:

- „Mobile Applications and Services“ behandelt anspruchsvolle Schlüsselanwendungen und deren Wechselwirkungen mit der mobilen Funkübertragung.
- „Wireless Transport Platform“ umfasst Funknetzarchitekturen und Endgeräte.
- „RF Subsystems and SoC Design“ befasst sich mit dem Entwurf hochkomplexer analoger und digitaler Schaltungen.

In allen Forschungsbereichen werden neuartige formale Methoden und Software-Werkzeuge für den Entwurf, die Optimierung und den Betrieb von Komponenten und Systemen eingesetzt, die im übergreifenden Bereich „Cross Disciplinary Methods and Tools“ erforscht werden.

Mobile Applications and Services

Es hat sich wiederholt gezeigt, wie schwierig Vorhersagen zu treffen sind, welche Anwendungen und Dienste im Markt erfolgreich sein werden und welche sich nicht durchsetzen können. Zukünftige Systeme müssen vielfältige Nutzungsmöglichkeiten bieten. Kreative Köpfe werden auf dieser Basis interessante neue Anwendungen entwickeln, die wir uns teilweise heute noch gar nicht vorstellen können. Dieses Forschungsgebiet befasst sich daher mit Anwendungstypen wie beispielsweise der mobilen Multimediaübertragung mit hoher Qualität (Bild 3) oder der Peer-to-Peer-Kommunikation, bei der die Information von einer großen Nutzerzahl geliefert wird und dann wiederum vielen Anwendern kontextabhängig zur Verfügung steht.

Wireless Transport Platform

Das Rückgrat zukünftiger Mobilfunkplattformen sind intelligente, mobile, breitbandige und kostengünstige Systeme, die die jeweiligen Umgebungsbedingungen und Situationen erkennen, die optimalen Übertragungsformen bestimmen und sich entsprechend anpas-

sen. Dabei müssen die Systeme permanent ausgewogene Kompromisse zwischen widerstrebenden Anforderungen wie Datenraten, Reichweite und Energieaufnahme finden. Um zukünftige höchstratige Dienste zu akzeptablen Preisen anbieten zu können, sollten diese Systeme kostengünstig herzustellen, zu installieren und zu betreiben sein. Sie müssen daher flexibel, selbstkonfigurierend und hochintegrierbar sein.

RF Subsystems und SoC Design

Eine besondere Herausforderung für die Höchstintegration sind flexible Hochfrequenz-Teilsysteme, die es den mobilen Endgeräten ermöglichen, das jeweils optimale Übertragungsverfahren zu wählen. Die digitalen Teilsysteme werden zu-

Bild 2: Ultrahohe Datenraten ermöglichen auch den schnellen Zugriff auf dreidimensionale Konstruktionsdaten und Ansichten. Hier beispielhaft demonstriert vor dem Heizkraftwerk der RWTH Aachen von Prof. Ascheid, links im Bild, und Prof. Russell, der die Baupläne entworfen hat. Foto: Peter Winandy

Datenübertragung Mobile Communication"



künftig aus einer größeren Anzahl parallel arbeitender Prozessoren (Rechnerkerne) bestehen, die eine Vielzahl unterschiedlicher Signalverarbeitungsaufgaben und Anwendungen ausführen können. Der Entwurf solcher komplexer Systeme stellt aber ebenfalls eine äußerst große Herausforderung dar. Auch Methodiken und Werkzeuge für den Entwurf müssen daher signifikant weiterentwickelt werden. Da diese Systeme nur auf der Basis zukünftiger Silizium-Technologien hergestellt werden, müssen deren zu erwartende Möglichkeiten und Nachteile schon jetzt berücksichtigt werden.

Cross Disciplinary Methods and Tools

Methoden und Werkzeuge, die alle Forschungsbereiche von UMIC betreffen, sind unter anderem Verhalten und Zuverlässigkeit komplexer Systeme, Datenschutz und Datensicherheit sowie Energieeffizienz. Ein wesentlicher neuer Aspekt der UMIC-Forschung ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Gruppen. Auf dieser Ebene können unterschiedliche Erfahrungen und Sichtweisen in die Problemanalyse eingebracht werden, um so neue Lösungen zu finden und diese dann in allen Ebenen zu nutzen.

Testlabor

Ein wesentliches Element der Forschung in den Ingenieurdisziplinen sind Machbarkeitsnachweise, mit deren Hilfe beispielsweise überprüft wird, ob eine theoretisch vorhergesagte Verbesserung tatsächlich erzielt werden kann oder ob sie möglicherweise durch unvorhergesehene Effekte überkompensiert wird. Der Bau kompletter System-Prototypen würde den Rahmen eines Forschungsclusters sprengen. Daher liegt der Fokus auf dem Bau besonders kritischer und neuartiger Komponenten und der Verifikation der Konzepte mit skalierten Prototypen und durch Simulationen.

Neben der Förderung von Forschungsarbeiten ermöglicht

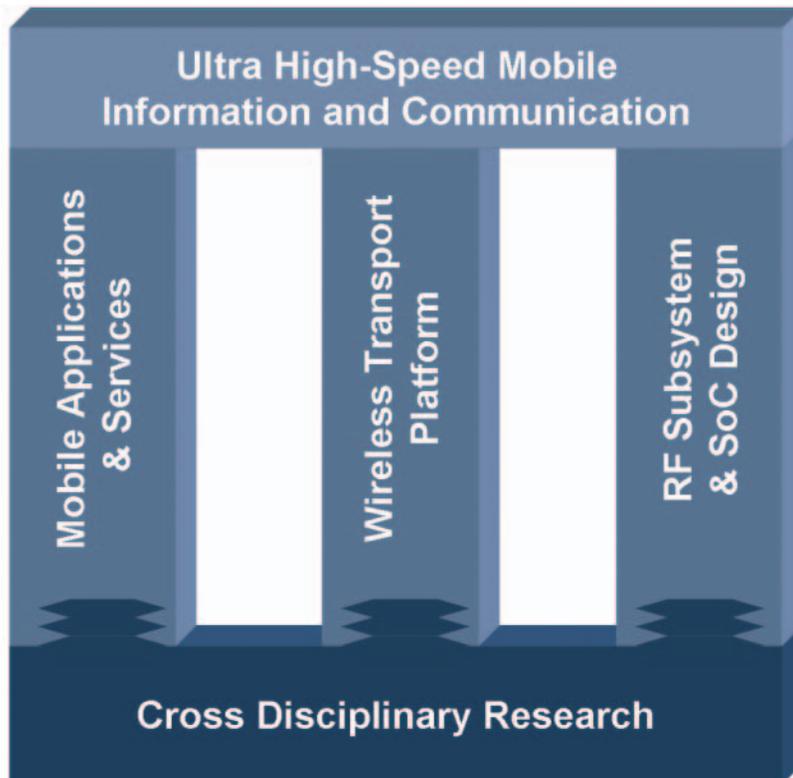


Bild 3: Themenstruktur des UMIC-Clusters

der Cluster auch Verbesserungen der Infrastruktur: Mit dem UMIC-Lab wird ein neues Gebäude errichtet. Dort können die interdisziplinären Forschungsteams gemeinsam arbeiten. Außerdem werden dort die entwickelten Komponenten und Simulatoren zu einem gemeinsamen Prototyp-System integriert, das einerseits der Forschung dient, andererseits aber auch hilft, Besuchern aus Industrie und Wissenschaft die Forschungsarbeiten zu veranschaulichen.

In Bezug auf die wissenschaftliche Arbeit beschreibt und diskutiert der Cluster-Antrag vor allem die Forschungsthemen, zu lösende Kernprobleme und mögliche Lösungsansätze, er gibt aber keine detaillierten Forschungsprojekte vor. Diese werden vielmehr aus eingereichten Vorschlägen zweimal jährlich von einer Lenkungsgruppe, bestehend aus dem Cluster-Koordinator und den Koordinatoren der vier Forschungsgebiete, ausgewählt. Zu den wesentlichen Entscheidungskriterien zählen nach Originalität und Qualität vor allem die Interdisziplinarität und die Beteiligung mehrerer Lehrstühle an den jeweiligen Projektvor-

schlägen, da genau hier eine der Stärken des Forschungsclusters liegt.

Ein wichtiges Anliegen der Exzellenzinitiative ist die Förderung des Frauenanteils in der Wissenschaft. UMIC hat eine eigene Gleichstellungsbeauftragte, die sich – natürlich in enger Abstimmung mit der Gleichstellungsbeauftragten der RWTH – auf die Fachbereiche Informatik und Elektrotechnik konzentriert. Da in beiden Gebieten der Anteil der Studentinnen an der Gesamtzahl der Studierenden im Bereich von zehn Prozent liegt, müssen künftige Maßnahmen bereits in der Schule ansetzen. Neben der Förderung von Studentinnen und Doktorandinnen sowie einer Erhöhung des Anteils der Professorinnen in diesen Fächern, liegt daher ein großes Augenmerk darauf, in Zusammenarbeit mit Schulen schon frühzeitig das Interesse an der Technik zu wecken.

Die Förderung des Clusters läuft zunächst über fünf Jahre. Es ist noch vollkommen offen, ob die Exzellenzinitiative nach dieser Zeit fortgeführt wird und bestehende Cluster eventuell weiter gefördert werden könnten. Schon bei der Antragstel-

lung haben zahlreiche namhaften Firmen aus dem Mobilfunkbereich großes Interesse an UMIC gezeigt und ihre Absicht bekundet, sich an dem Cluster zu beteiligen. Es ist ein wichtiges – und nach Überzeugung der Beteiligten – erreichbares Ziel, die Fortführung der Aktivitäten gegebenenfalls auch ohne öffentliche Förderung und nur mit eingeworbenen Drittmitteln zu sichern. Ein Ziel, das auch im Sinne der Nachhaltigkeit der Exzellenzinitiative ist.

<http://www.umic.rwth-aachen>

Autor:
Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Gerd Ascheid ist Inhaber des Lehrstuhls für Integrierte Systeme der Signalverarbeitung und Koordinator des Exzellenzclusters UMIC.

Mobilkommunikation

Neue Anwendungen brauchen

Wer heute von Mobilkommunikation spricht, meint meist Handys oder drahtlos vernetzte PCs. Das ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass sich die Zahl der Mobiltelefone weltweit der Marke von zwei Milliarden nähert. Sicher gibt es dort noch viel zu verbessern – man denke nur an ärgerliche Funklöcher und die immer noch viel zu teure Multimedia-Kommunikation.

Im Exzellenzcluster UMIC, Ultra High-Speed Mobile Information and Communication, müssen wir weiter in die Zukunft denken, damit nicht die neuen Anwendungen der Technik hinterher hinken, wie wir das bei der UMTS-Einführung in den letzten Jahren mit massiven wirtschaftlichen Konsequenzen erleben mussten. Anspruchsvolle zukünftige Anwendungsszenarien schärfen die Anforderungen an die neuen Technologien, während umgekehrt die erhofften Technologiesprünge schon früh die Phantasie für vielversprechende Anwendungen anregen. Daraus resultieren methodische Fragen, wie man überhaupt mit Nicht-Fachleuten Zukunftsanwendungen analysieren kann. In UMIC wurden zwei Anwendungsszenarien mit möglichst unterschiedlichen Charakteristika gewählt, um diese Diskussion interdisziplinär und auch im Gespräch mit der Industrie voranzutreiben. Darüber hinaus werden Einsatzmöglichkeiten und neue Technologien systematisch analysiert, um Qualitätsaspekte wie Zuverlässigkeit, Performanz, Sicherheit und – heute besonders wichtig – Energieeffizienz zu optimieren.

Das Virtuelle Lagerfeuer

Schon in den Industrieländern hat die Mobiltelefonie unser Leben und Arbeiten wesentlich verändert. Noch viel stärker ist diese Veränderung dort zu spüren, wo kein Festnetz besteht und daher die mobile Kommunikation oftmals einen Kultursprung über mehrere Jahrhunderte bedeutet. In ländlichen, wenig entwickelten Gebieten der Erde kann mit vergleichsweise wenig Aufwand, beispielsweise einer satellitenge-

stützten Basisstation als Zentrum eines lokalen mobilen Netzes, der Schritt von der rudimentären Krankenversorgung zu Telemedizin und Internet-Banking vollzogen werden. Dies bringt natürlich enorme soziale und politische Konsequenzen mit sich. Das erste UMIC-Anwendungsszenario schließt an interdisziplinäre Vorarbeiten zum Aufbau eines Cultural Heritage-Netzes für Afghanistan an, an denen das Lehr- und Forschungsgebiet Stadtbaugeschichte sowie der Lehrstuhl für Informationssysteme beteiligt waren. Den notwendigen kommunikationstechnischen Unterbau erforschen in UMIC zudem die Lehrstühle für Kommunikationsnetze und für Kommunikationssysteme mittels einer flexiblen Architektur für mobile Webservices und durch Analysen zur flexiblen und kostengünstigen Selbstkonfiguration von Netzdiensten der UMIC-Transportplattform, Bild 1.

Mobile Archäologen und Stadtplaner sammeln – unterstützt durch Geo-Lokation (GPS), Multimedia-Datenerfassung (Fotoserien) und Mobilkommunikation – aktuelle Zustandsdaten und Pläne, verteilen diese angereichert mit Kontextinformationen an ihre Partner und Institute, und werden ihrerseits mit Hintergrundinformationen aus einer weltweiten Community versorgt. So entsteht eine mobile und den speziellen Verhältnissen angepasste Variante dessen, was momentan unter dem Schlagwort Social Software oder Web 2.0 Furore macht. Dazu gehören Blogs sowie Foto- und Video-Sammlungen im Stile von „MySpace“ und „You Tube“. In unserem Fall werden allerdings wesentlich stärkere Anforderungen beispielsweise an Cross-Medialität und Sicherheit gestellt.

Der Begriff „Virtual Campfire“ (virtuelles Lagerfeuer) leitet sich daraus ab, dass die riesige Menge gesammelter Multimedia-Daten für die verschiedenen Interessenten, wie Forscher, Entscheidungsträger, Journalisten, Touristen, nur Nutzen bringt, wenn sie angemessen

interpretiert wird, also in eine „Story“ eingebettet ist, wie man sie sich eben am Lagerfeuer zu erzählen pflegt. Begleitend zur Technologieentwicklung in UMIC soll dieses Anwendungsszenario, dessen erste Version mit aktueller Technologie bereits demonstriert werden kann, iterativ, also immer wieder mit neuer Technik, realisiert und in Feldversuchen weltweit evaluiert werden.

Mobiles Gesundheitsnetz

Ein zweiter zentraler Zukunftstrend zeigt auf, dass die mobil miteinander kommunizierenden Geräte in Alltagsgegenständen verschwinden werden. Ein besonders spannendes Beispiel ist das „wearable computing“, also die Integration von Sensoren, Aktoren, Daten- und Servicekommunikation in die Kleidung oder gar den Körper der Benutzer. Dies kann etwa im Gesundheitswesen bei Risikopatienten ganz erheblich zu deren Beweglichkeit und damit zu einem längeren Verbleib in der heimischen Umgebung beitragen. Angesichts des demographischen Wandels ist dies nicht nur wichtig für die Lebensqualität: Gelingt es, den Umzug ins Altersheim im Durchschnitt um nur ein Jahr zu verzögern, würde dies dem Gesundheitswesen jährlich an die 30 Milliarden Euro sparen, Bild 2.

Im UMIC-Szenario HealthNet kooperieren die Lehrstühle für Textiltechnik, Medizinische Informationstechnik und Informationssysteme sowie das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik. Weitere Partner werden im Verlauf des Vorhabens dazu kommen. Aus Sicht der UMIC-Technologien verzahnt das HealthNet-Szenario zwei sehr unterschiedliche Anforderungsprofile.

Im „Normalfall“ lautet die Aufgabe, aktuelle Messwerte der Körperfunktionen, wie zum Beispiel Herzfrequenz, Temperatur oder Blutdruck, von tausenden Personen mobil zu erfassen. Technisch gesprochen geht es hier also um die Synchronisation und medizintechnisch adäquate Interpretation einer sehr hohen Anzahl paral-

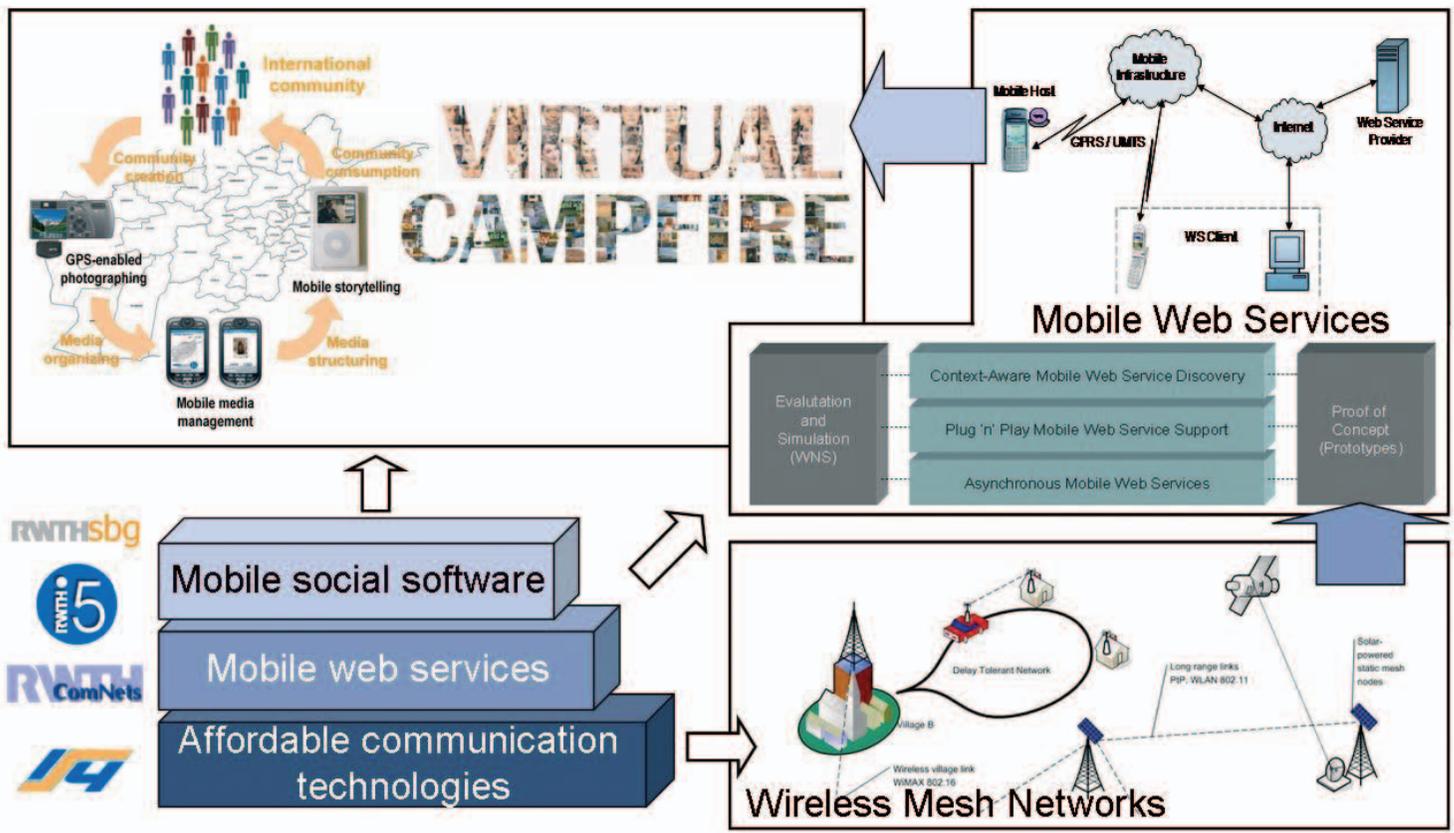
ler erhobener Datenströme, die dazu noch in heterogenen Umgebungen, also zu Hause, unterwegs, zu Gast in fremden Wohnungen oder in öffentlichen Gebäuden gemessen werden. Textiltechnisch ergibt sich die Herausforderung, mit möglichst geringen Eingriffen in die körperliche Unversehrtheit und bei gleichzeitigem Schutz vor möglichen Strahlungsschäden, verlässlich Daten zu erheben und je nach Umgebung adäquat weiter zu leiten. Teilweise kommt eine Rückmeldung an den Patienten über seinen Gesundheitszustand dazu. Aktuell werden bereits die ersten Textilien entwickelt, in die Sensoren zur Messung von Körperfunktionen integriert sind. Die Weiterleitung der Daten an Ärzte, Krankenhäuser oder Notdienste stellt aber noch eine wesentliche Herausforderung dar, insbesondere weil der Datenschutz der Patienten gewährleistet werden muss.

Ergibt sich bei einzelnen Patienten eine Alarmsituation, so steigt die Kommunikationsdichte massiv. Rettungsdienste und Ärzte sind mit patientenbezogenen Informationen zu versorgen, die sehr umfangreich sein können. Mittelfristig wird sogar ein mobiler Multimedia-Realzeit-Informationsaustausch angestrebt, bei dem Rettungsdienstler oder Notärzte mittels Videokonferenz und Datenübertragung aus bildgebenden medizintechnischen Geräten von Fachärzten beraten werden. Dieses Notfall-Subszenario stellt besonders hohe Anforderungen an die Multimedia-Verarbeitung und Kommunikation. Hierfür werden spezielle Verfahren in einem weiteren Teilprojekt von den Lehrstühlen für Computergraphik, Media Computing und Nachrichtentechnik erforscht.

Ein Spiel mit dem Feuer

Softwaretechnisch stellt sich gerade in solchen Krisenszenarien die Frage, wie Endbenutzer für Technologien, die es heute noch gar nicht gibt, überhaupt Anforderungen und Gestaltungspräferenzen definieren können. Dazu ist es nötig, den

im Jahr 2015 neue Technologien



RWTHTHEMEN 1/2007

Bild 1: Interdisziplinäre Kooperation im Teilprojekt „Virtual Campfire“.

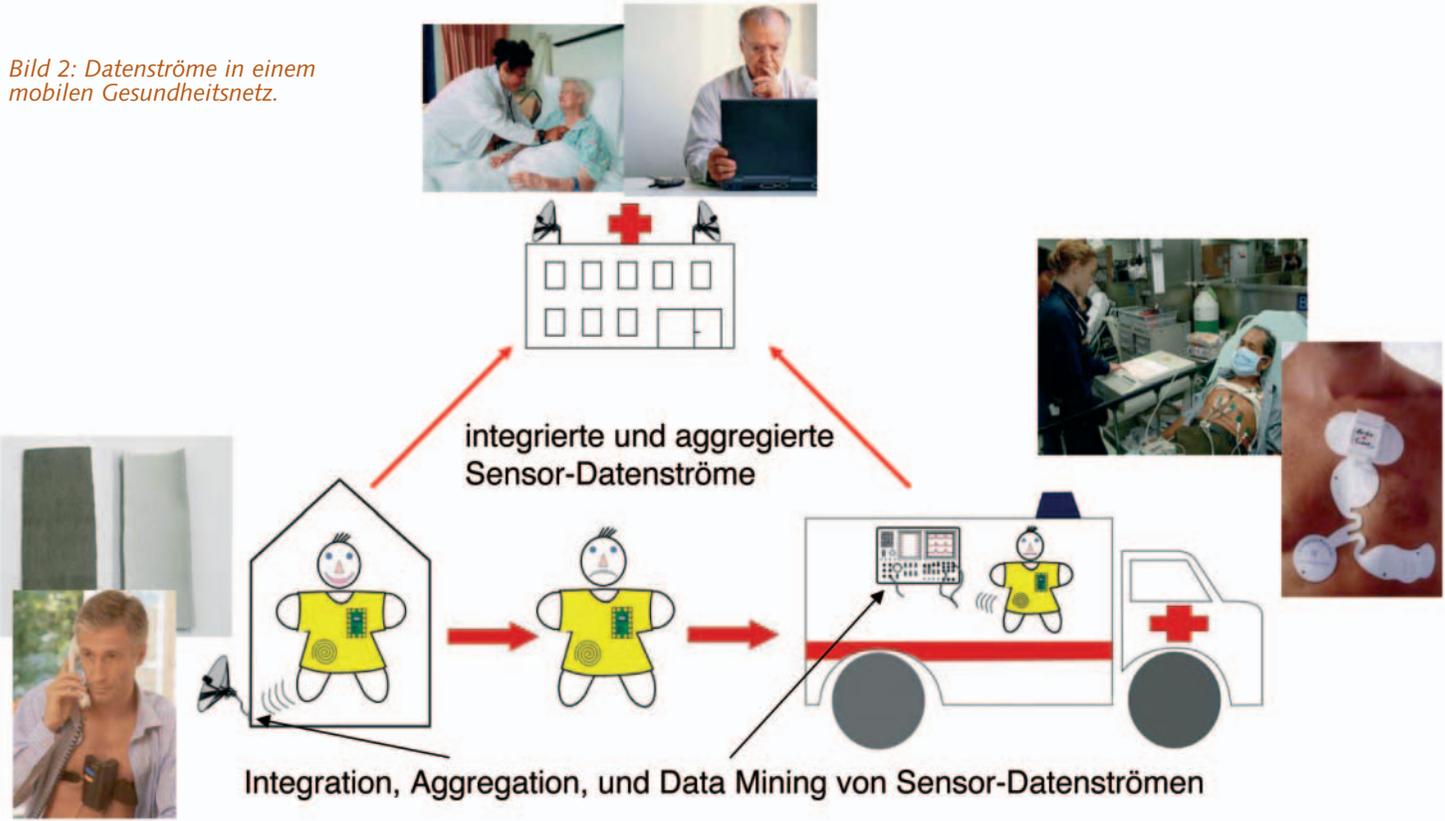
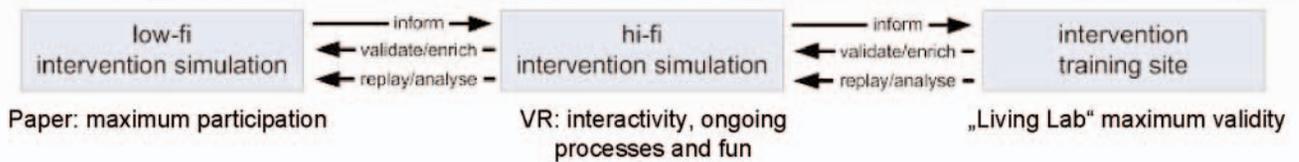
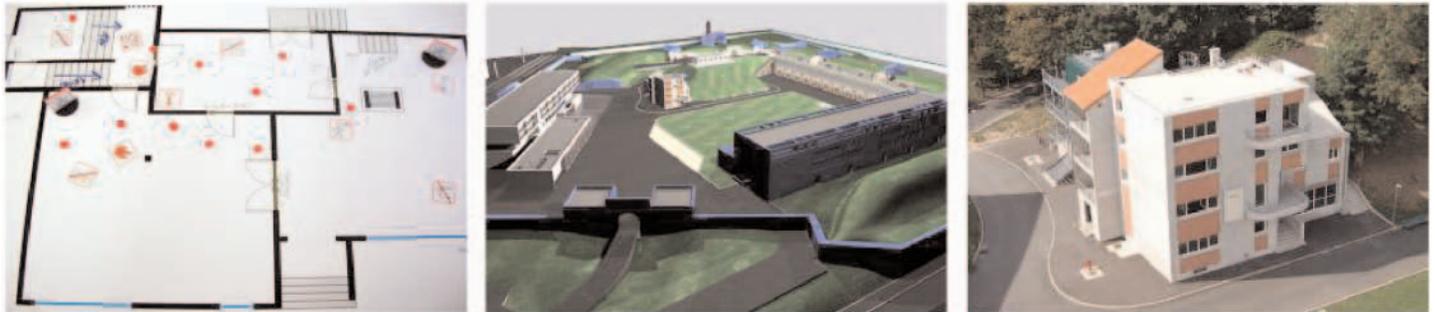


Bild 2: Datenströme in einem mobilen Gesundheitsnetz.



Benutzerteams eine möglichst realitätsnahe Anwendungserfahrung zu vermitteln. Auf Basis langjähriger Vorarbeiten im szenarienbasierten „Requirements Engineering“, bei dem die Anforderungen ausgelotet werden, hat das Fraunhofer FIT im Rahmen von „wearIT@work“, dem derzeit weltweit größten zivilen Forschungsprojekt im Bereich des „wearable computing“, eine spielerische Methodik entwickelt, in dem sich die Benutzer in enger Kooperation mit den Entwicklern schrittweise an Anforderungen und Lösungen herantasten.

In einer Kooperation mit der Pariser Feuerwehr wurde beispielsweise das Einsatzszenario multimedial vernetzter Schutzkleidung bei einem Hochhausbrand in drei Schritten studiert: Zuerst wurden Grobalternativen in einem papierbasierten kooperativen Spiel entwickelt. Danach folgte die Übersetzung in eine qualitativ ansprechende 3D-Simulation mit virtueller Realität, die die jeweils unterschiedlichen Perspektiven der Beteiligten realitätsnah simuliert. Im „Living Lab“, einem Übungszentrum der Pariser Feuerwehr, fand schließlich unter kontrollierten Bedingungen die reale Erprobung statt, Bild 3.

Die Weiterentwicklung derartiger Analysemethoden für Anwendungserfahrungen von Zukunftstechnologien in komplexen Situationen ist ein wichtiges methodisches Ziel von UMIC, wobei insbesondere auch die systematische modellgetriebene Abbildung in Bezug auf technische Anforderungen und Simulationen eine Rolle spielt. Ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal des Exzellenzclusters UMIC ist, dass so erstmals Qualitätsprobleme der Mobilkommunikation von der Anwendung bis hinunter zu zukünftigen Basistechnologien untersucht und durchgängig optimiert werden können. Aus Benutzersicht wie aus Gründen des Umweltschutzes ist die Energieeffizienz besonders wichtig.

Energieeffizienz interdisziplinär

Wer kennt nicht das Ärgernis leerer Akkus im Mobiltelefon: Man ist unterwegs und hat eine wichtige Nachricht weiterzugeben, aber die Batterie ist leer. Mit ein bisschen Glück können mitreisende Kollegen aushelfen. Schlimmer ist es, wenn man einen wichtigen Anruf erwartet, den man mit leeren Batterien weder entgegennehmen noch aus der Mailbox abrufen kann. Während Netzabdeckung und Übertragungsbroadband stetig verbessert werden, ist die Energie in mobilen Geräten nach wie vor ein knappes Gut. Die Kooperationspartner zur Lösung dieses Problems kommen aus den Lehrstühlen für Integrierte Systeme der Signalverarbeitung, für Allgemeine Elektrotechnik und Datenverarbeitungssysteme, für Mobilfunknetze, für Theoretische Informationstechnik und für Datenmanagement und -exploration.

Auf der technischen Ebene der Funkübertragung werden energieminimale Verfahren der orthogonalen frequenzbasierten Signalmischung für mehrere Benutzer auf zeitveränderlichen Kanälen betrachtet. Dabei werden Konzepte der Informationstheorie auf Kommunikationskanäle erweitert, deren Übertragungsqualität sich im Verlauf der Zeit stetig verändert. Unterwegs in einer Stadt etwa variiert die Empfangsqualität aufgrund der umgebenden Bebauung, die elektromagnetischen Signale reflektiert und auch behindert. Darüber hinaus werden neue Paradigmen entwickelt, um Codierungsalgorithmen zwischen einzelnen Sendern und Empfängern schon im Entwurf energieeffizient anzulegen.

Die nächste Betrachtungsebene hat die Weiterleitung von Informationen im Funknetz im Visier. Neben dem direkten Austausch von Funksignalen gibt es das Multihop-Verfahren,

bei dem Mobilgeräte untereinander Nachrichten weiterleiten, bis eine Basisstation erreicht wird. In diesem Fall spielt der übergreifende effiziente Energieeinsatz eine große Rolle, da hier die Gesamtnutzungsdauer der Batterieladungen über viele Geräte hinweg maximiert werden soll.

Ein besonders großes Sparpotenzial bietet die verzögerte Übertragung von Informationen, die nicht sofort verfügbar sein müssen. Beispielsweise können Unterlagen, die für einen Termin beim nächsten Kunden benötigt werden, im Verlauf der Anfahrt auf das Mobilgerät geladen werden. Dabei wird angestrebt, in Straßenschluchten mit schlechter Funkverbindung die Übertragung gezielt zu verzögern. Neue Konzepte zur zeitlichen Planung ziehen sowohl Routenplanungssysteme als auch Simulationsalgorithmen zur Kartierung der Empfangsqualität für die Sendeplanung heran. In gezielt berechneten Funkpausen soll die Empfangseinheit des Mobilgerätes abgeschaltet werden, um Energie zu sparen.

Die Übertragung von Daten, die voraussichtlich in naher Zukunft benötigt werden, birgt noch viele weitere Verbesserungsmöglichkeiten. So können aktuelle Informationen über eine Region, in der man sich bewegt, fortwährend per Rundsendung verschickt werden. Dabei lassen sich stationäre Daten wie Restaurant- und Hotelstandorte sowie veränderliche Daten wie Öffnungszeiten, Sonderangebote und Verfügbarkeiten und sogar stark dynamische Verkehrssituationen laufend übertragen. Interessiert man sich beim Bummel durch die Stadt etwa für ein feines Abendessen nicht jedoch für Modeangebote oder Übernachtungen, so kann das Handy darauf energieeffizient einge-

Bild 3: Spiele auf Papier, in virtuellen Welten und im Rahmen realer Übungen helfen Anwendern und Entwicklern, Einsatz und Auswirkungen mobiler Zukunftstechnologien frühzeitig zu verstehen und zu gestalten.

stellt werden. Im einfachsten Fall wird zu festgelegten Zeiten ein Sendeplan als Index übertragen. Jedes Mobilgerät kann nun seine individuelle Empfangszeit an persönliche Bedürfnisse und Vorlieben anpassen. Die energiefressende Empfangszeit wird dabei etwa auf die Sendezeiten ausgewählter Speiseangebote aus der Umgebung angepasst und die Antenne in der restlichen Zeit energie sparend abgeschaltet.

Das Beispiel Energieeffizienz zeigt einen entscheidenden Vorteil des durchgängigen Forschungsansatzes von UMIC. Scheinbar konkurrierende Ziele wie verbesserter Benutzerservice durch gezielte Information, Kostenreduktion und Umweltschutz lassen sich oft durch interdisziplinäre Lösungen gemeinsam optimieren, wozu keines der beteiligten Fächer allein in der Lage wäre.

Autoren:

Univ.-Prof. Dr. rer. pol. Matthias Jarke ist Inhaber des Lehrstuhls Informatik 5 – Informationssysteme und Datenbanken. www-i5.informatik.rwth-aachen.de/lehrstuhl/index.html
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Thomas Seidl ist Inhaber des Lehrstuhls Informatik 9 – Datenmanagement und -exploration. www-i9.informatik.rwth-aachen.de

*Bild 4: Das Zusammenspiel verschiedenster Geräte und Softwareanwendungen zur multimedialen Datenerfassung, Strukturierung, Übermittlung, Speicherung und audio-visuellen Darstellung bietet viel Potenzial für künftige kulturelle und soziale Einsätze, bei denen Mobilität eine wichtige Rolle spielt.
Foto: Peter Winandy*



Kommunikationstechnik für das Forschergroups für die nächste Generation

Das Internet ist zu einem festen Bestandteil des beruflichen wie privaten Alltags geworden, mit einer stark steigenden Tendenz der Nutzung. Über Telefonleitungen ist der Zugang zum Internet mittels DSL-Technik (Digital Subscriber Line) nahezu überall in Deutschland kostengünstig verfügbar. Auch der Internetzugang über Mobilfunknetze gewinnt stark an Bedeutung. Die Datenraten liegen hier jedoch deutlich niedriger, während wesentlich höhere Kosten anfallen. Dies basiert in erster Linie auf den physikalischen Eigenschaften der Funkausbreitung und der Knappheit der verfügbaren Frequenzen.

Forschergroups des Aachener Exzellenzclusters UMIC, Ultra High-Speed Mobile Information and Communication, haben sich zum Ziel gesetzt, Grundlagen und Konzepte für die nächste Generation des Mobilfunks zu entwickeln. Es geht dabei um die massive Steigerung von Teilnehmerzahlen und Datenraten durch effizientere Nutzung der Frequenzen und um die kostengünstigere Auslegung von Endgeräten und Funknetzen.

Die derzeitigen Mobilfunk-Standards

Mit einem GSM-Telefon, das den Standard der aktuellen Generation darstellt, kann man inzwischen über Funk auf das Internet zugreifen. Im so genannten GPRS Daten-Modus (General Packet Radio Service) lassen sich zum Beispiel E-Mails empfangen und versenden. In der Praxis werden Datenraten erzielt, die etwa der halben ISDN Geschwindigkeit entsprechen.

Mobilfunknetze nach dem UMTS-Standard (Universal Mobile Telecommunications System) werden zurzeit auf- und ausgebaut. Unter normalen Bedingungen erzielt man mit dieser Technik für den Download typisch die zweifache ISDN-Geschwindigkeit. Die Netzbetreiber haben damit begonnen, den zusätzlichen höherrangigen Datenmodus HSPA (High-Speed Packet Access) nachzurüsten. Dieser verbesserte Modus wird wegen der hohen

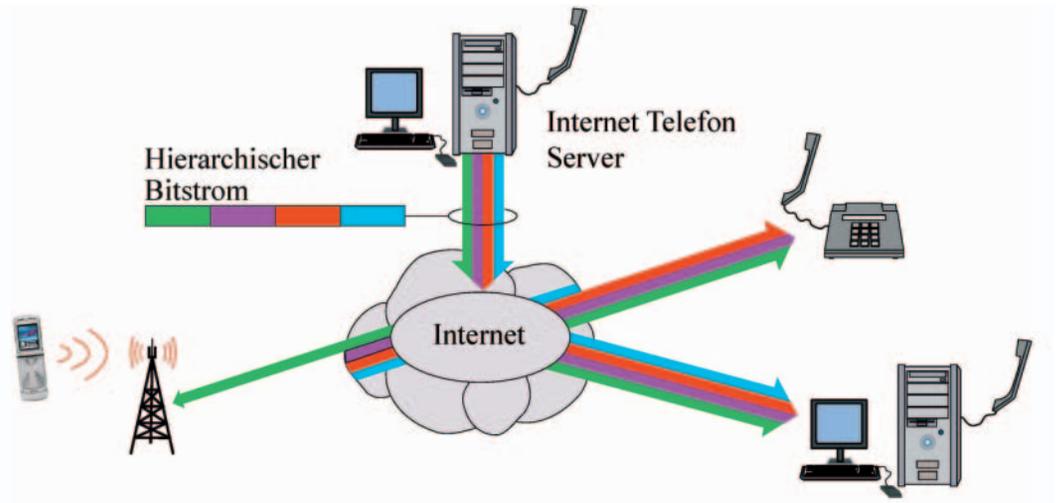


Bild 1: Internet-Telefonie mit hierarchischer Quellencodierung für heterogene Netzwerke.

Multimedia Übertragungssystem

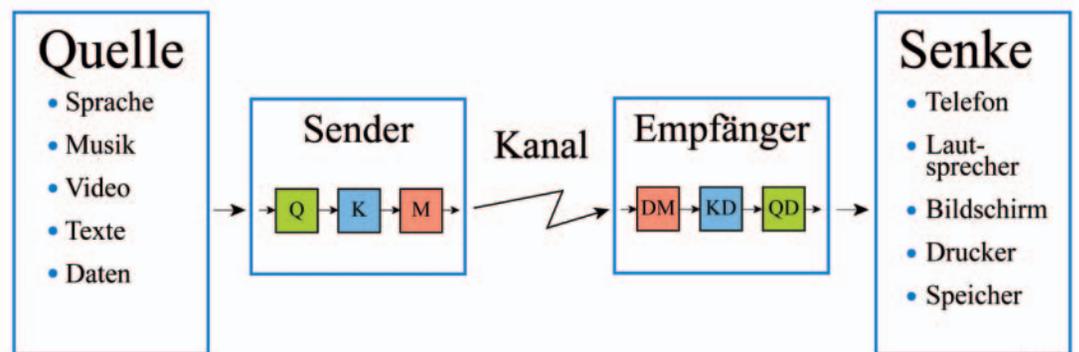


Bild 2: Die Multimedia Übertragungskette.

Q = Quellen-Codierung;
K = Kanal-Codierung;
M = Modulation

DM = Demodulation;
KD = Kanal-Decodierung;
QD = Quellen-Decodierung

Investitionen vorerst nur in Ballungsräumen in der Nähe von Basisstationen verfügbar sein.

Die nächste Generation

Next Generation Mobile Networks (NGMN) steht für eine Initiative der weltweit führenden Netzbetreiber zur Entwicklung eines neuen Breitband-Mobilkommunikations-Standards. Folgende Aussage von Dr. Horst Lennertz, Chief Technical Officer von KPN Mobile, macht die ambitionierte Zielsetzung deutlich: „Im Hinblick auf Kosten und Leistung wird sich

NGMN so dicht wie möglich an dem DSL-Standard orientieren – von Anfang an und in Zukunft.“

Die wissenschaftlichen Themen des UMIC-Clusters, das unabhängig und nahezu zeitgleich etabliert wurde, korrespondieren in sehr hohem Maße mit diesen Zielsetzungen. Die beteiligten Forschergroups bauen auf einer Vielzahl von Vorarbeiten für internationale Standardisierungsgremien, Netzbetreiber und System-Hersteller auf. In den „RWTH-Themen“, Ausgabe 2/2006, wurden bereits in einem Beitrag drei Bei-

spiele aus dem Bereich der Funkübertragung und der Funknetzorganisation vorgestellt.

Das Internet-Telefon

In den mobilen und festen Telefonnetzen zeichnet sich der Übergang zur Internet-Telefonie ab. Dabei soll gleichzeitig das bisher übertragene Audio-Frequenzband von circa 0.3 - 3.4 Kilohertz auf circa 0.05 - 7.0 Kilohertz erweitert werden (Hi-Fi-Telefon). Es wird ein Codierverfahren benötigt, das sowohl die bisherige Telefonqualität als auch das erweiterte Audio-Fre-

mobile Internet von morgen legen Grundlagen des Mobilfunks

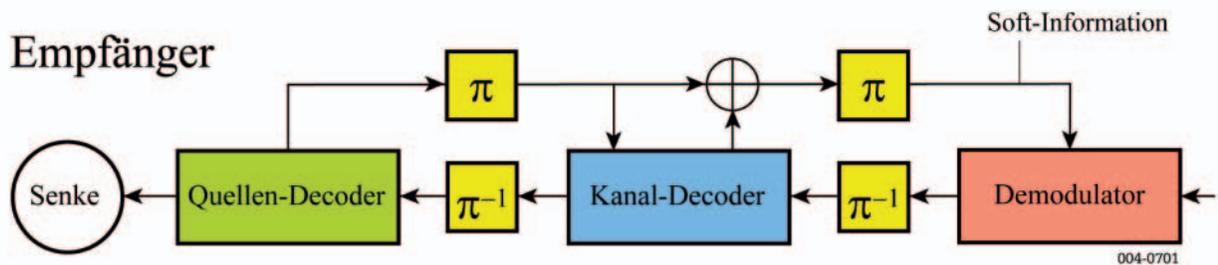


Bild 3: Empfänger mit Turbo-Signalverarbeitung (Turbo Decodulation).

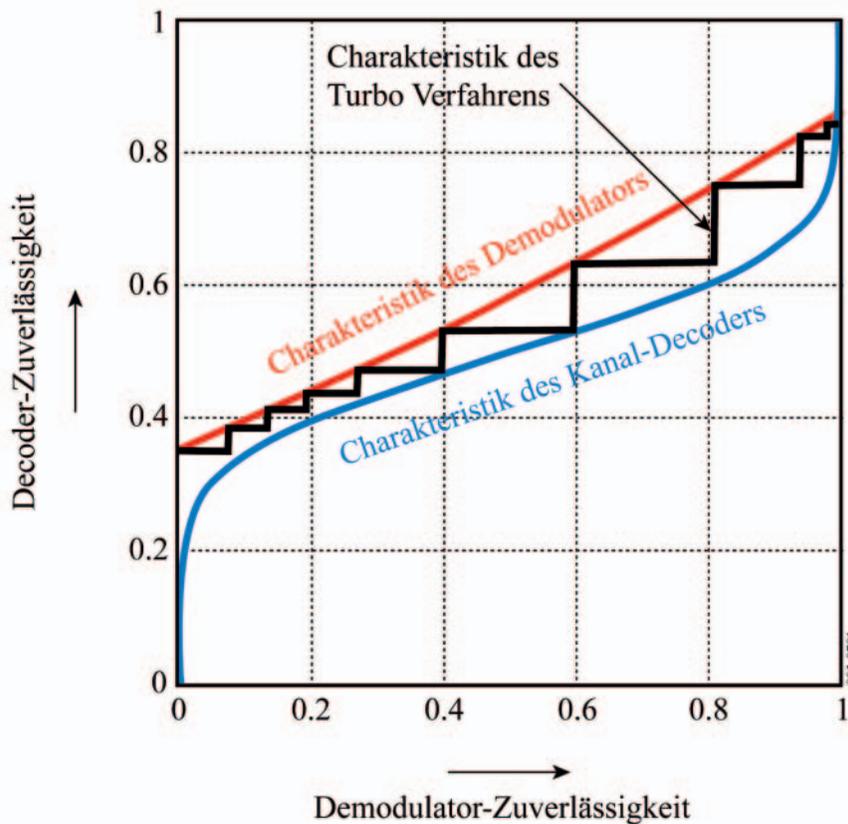


Bild 4: EXIT-Diagramme: Iterative Verbesserung der Datenzuverlässigkeit.

quenzband abdeckt. Zudem sollte die Datenrate flexibel an die jeweilige Kanalqualität und Netzauslastung angepasst werden können.

Ein Kompressionsverfahren (Codec), das diese Anforderungen erfüllt, wurde kürzlich von einem internationalen Konsortium unter maßgeblicher Beteiligung des RWTH-Instituts für Nachrichtengeräte und Datenverarbeitung (IND) entwickelt. Es handelt sich um ein hierarchisches Kompressionsverfahren mit Bitraten von 8,0 bis 32 Kilobit pro Sekunde. Ab einer

Datenrate von 14 Kilobit pro Sekunde wird bereits die größere Audiobandbreite von 7 Kilohertz erreicht. Mit zunehmender Datenrate verbessert sich die Qualität, insbesondere für Musiksingale. Aufgrund des hierarchischen Bitstroms können an jeder Stelle des Übertragungsweges bestimmte Teile des Datenstroms unterdrückt werden, wenn die momentane Netzauslastung dies verlangt. Diese Situation kann, wie in Bild 1 veranschaulicht, sowohl im Internet als auch beim Übergang vom Festnetz auf die Mo-

bilfunkstrecke auftreten. Der neue Codec bietet insgesamt zwölf unterschiedliche Bitraten. Die Rechenkomplexität liegt je nach Betriebsart zwischen zwölf und 36 Millionen Prozessor-Operationen pro Sekunde.

Die Turbo-Verarbeitung
Die wesentlichen Teilkomponenten einer Multimedia-Übertragungskette werden in Bild 2 dargestellt. Auf der Sendeseite wird mittels Quellencodierung (Q) eine Datenkompression durchgeführt. Es folgen die Kanalcodierung (K) für den Feh-

lerschutz und die Modulation (M) für die Funkübertragung. Nach Übertragung über den gestörten Funkkanal sind auf der Empfangsseite die komplexeren Funktionen auszuführen.

Für die nächste Generation der Mobilfunksysteme kommen nur Übertragungsverfahren in Frage, die empfangsseitig Zuverlässigkeitsinformationen mittels Turbo-Signalverarbeitung iterativ nutzen. Dieses Konzept wurde am IND im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geför-

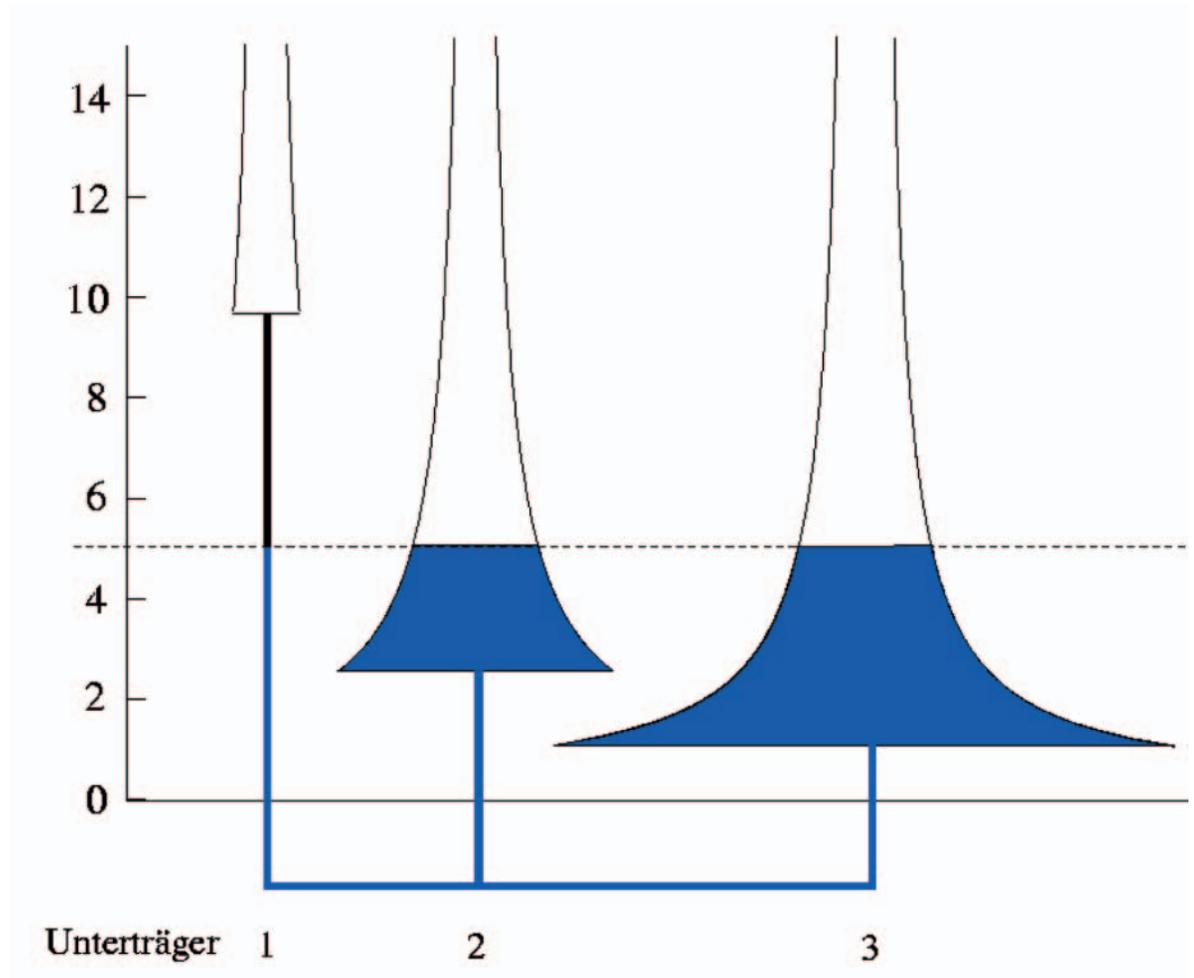


Bild 5: „Wasserfüllen“ als Optimierungsprinzip für die Ressourcenzuweisung.

dernten Projektes auf die Kombination von Demodulation, Kanaldecodierung und Quellencodierung erweitert. Dieses neuartige Verfahren wird als Turbo-Decodulation bezeichnet. Das Prinzip wird in Bild 3 erläutert. In mehreren Iterationen liefert jeder Block des Empfängers ein vorläufiges Zwischenergebnis, das in der nächsten und/oder in der vorhergehenden Stufe zur weiteren Verbesserung genutzt wird. Mit diesen Methoden lassen sich die erzielbaren Datenraten erheblich steigern und die knappen Frequenzen wesentlich effizienter nutzen.

Zur Analyse des Konvergenzverhaltens und als Hilfsmittel für die Systemoptimierung werden informationstheoretische EXIT-Charts (Extrinsic Information Transfer) eingesetzt. Bild 4 zeigt anhand eines derartigen Diagramms, wie sich zwei Komponenten gegenseitig unterstützen und nach zehn Iterationen ein zuverlässiges Ergebnis erzielen.

Die Kanalloptimierung
Typischerweise unterliegen Funksignale irregulären Schwankungen durch Abschattung, Beugung und Reflexion, insbesondere wenn sich Sender oder

Empfänger als mobile Stationen bewegen. Die hierdurch verursachten Einbrüche in der Empfangsleistung sind nicht gleichmäßig über das gesamte genutzte Frequenzband verteilt, sondern fallen in verschiedenen Frequenzen unterschiedlich stark aus. Um die starken Verluste in einem Bereich zu umgehen und stattdessen die wenig gedämpften Frequenzen zu nutzen, wird das gesamte Band in so genannte orthogonale Unterträger aufgeteilt. Diese Idee wird ebenfalls bei dem oben erwähnten DSL und den aktuellen WLAN-Zugängen realisiert.

Wenn mehrere Nutzer im System sind, müssen sie sich die Unterträger teilen und zwar so, dass keine zwei Nutzer dieselben verwenden. Die Qualität jedes Unterträgers kann für jeden Nutzer anders aussehen, es werden ja in der Regel räumlich verschiedene Verbindungen bedient. Am Lehrstuhl für Theoretische Informationstechnik wird das Problem untersucht, wie man mit minimaler Sendeleistung eine für jeden Benutzer vorgegebene Mindestrate bei der Übertragung erzielen kann. Dies ist ein schwieriges Optimierungsproblem, dessen exakte Lösung sehr lange Rechen-



*Bild 6: Mit Hilfe von Kunst-
kopfmesstechnik werden die
akustischen Bedingungen beim
mobilen Telefonieren unter-
sucht. Ziel ist die Verbesserung
der Sprachqualität und der
Verständlichkeit in gestörter
Umgebung.
Foto: Peter Winandy*



30 zeit erfordert. Deshalb werden Heuristiken gebraucht, die zwar nicht das exakte Optimum aber eine nahe daran liegende Lösung bestimmen, und dies mit einem Rechenaufwand, der von einem digitalen Signalprozessor in Echtzeit bewältigt werden kann.

Nachdem die Zuweisung der Nutzer auf die Unterträger festgelegt ist, wird die optimale Leistungszuweisung für jeden einzelnen Anwender durch Bild 5 veranschaulicht. Man stelle sich umgedrehte Sektkelche der angegebenen Form vor, die am Boden verschlossen sind. Jeder repräsentiert durch seine Form und Höhe über Grund die aktuelle Güte des zugehörigen Unterträgers. Die Kelche sind durch dünne Röhren verbunden, durch die Flüssigkeit von einem in den anderen fließt. Nun gießt man Wasser in das System,

die Höhe des Wasserstands wird durch die verbindenden Röhren überall dieselbe sein. Die Menge des eingefüllten Wassers wird durch die blauen Flächen dargestellt, jede einzelne entspricht der auf dem Unterträger übertragenen Datenrate. Die Gesamtfläche repräsentiert die zu übertragende Gesamtrate. Die mit diesem Verfahren erzielte Verteilung der Datenraten auf die Unterträger repräsentiert die optimale Lösung.

Die jeweils benötigte Leistung lässt sich leicht aus der bekannten Abhängigkeit zwischen Datenrate und Leistung ermitteln. Im Beispiel wird die höchste Datenrate mit entsprechender Leistung auf Unterträger 3 übertragen. Unterträger 1 wird wegen seiner schlechten Qualität ganz vermieden, da der Wasserstand so hoch nicht

reicht. Zur rechnerischen Bestimmung der graphisch anschaulichen Lösung werden am Lehrstuhl für Theoretische Informationstechnik ebenfalls schnelle Algorithmen entwickelt.

Die Selbsterkennung

Das Konzept der Cognitive Wireless Networks, was frei übersetzt selbst erkende drahtlose Netzwerke bedeutet, ist eines der wissenschaftlichen und interdisziplinären Komponenten der UMIC-Arbeit. Die zu Grunde liegende Idee bei Cognitive Radios ist, neue „schlaue“ Kommunikationssysteme zu entwickeln, die über die folgenden Fähigkeiten verfügen:

- Die Mobilfunkgeräte lernen von Ihrer Umgebung und durch Ihre Erfahrungen mit Hilfe von Signalverarbeitungsmethoden und Ansätzen des Maschinen-

Bild 7: Mit Simulationssoftware, die große Bereiche von Mobilfunknetzen abbildet, wie hier ein UMTS-Simulator, werden neue Optimierungsverfahren zur Steigerung von Qualität und Kapazität der Netze erforscht. Dabei werden auch Messungen und Planungsdaten realer Mobilfunknetze einbezogen. Foto: Peter Winandy

lernens mit dem Ziel der Systemoptimierung.

- Sie passen sich den Vorlieben des Nutzers an und ahnen diese voraus, was zum Beispiel die Auswahl passender Quellenkodierungsverfahren einschließt.
- Sie verfügen über Wissen zur Spektrums- und Netzressourcennutzung und setzen solche Informationen intelligent ein, um insbesondere das Ver-



halten der Funkempfänger und damit beispielsweise die verwendete Frequenz oder andere Netzparameter anzupassen.

Diese Arbeit wird in enger Kooperation von mehreren UMIC-Gruppen durchgeführt. Der Hauptbaustein, der vom Lehrstuhl für Mobilfunknetze entwickelt wird, ist ein sogenannter „Cognitive Resource Manager“, der auch hochentwickelte Methoden des Maschinenslernens beinhaltet. Die Arbeit für UMIC wird nicht nur von der erweiterten Prototypenentwicklung profitieren, sondern auch die einzigartige Möglichkeit bieten, die fundamentalen Eigenschaften dieser Systeme zu erforschen, wie zum Beispiel das Treffen verteilter Entscheidungen bei unvollständiger Information. Der Lehrstuhl für Mobilfunknetze

hat unter anderem ein Konzept entwickelt, das die Wahrscheinlichkeit für schädliche Paketkollisionen in populären Hotspots, also den drahtlosen Internetzugangspunkten, deutlich verringert.

Autoren:

- Univ.-Prof. Dr. Petri Mähönen ist Lehrstuhlinhaber für Mobilfunknetze. www.mobnets.rwth-aachen.de
- Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Rudolf Mathar ist Lehrstuhlinhaber für Theoretische Informationstechnik. www.ti.rwth-aachen.de
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Vary ist Inhaber des Lehrstuhls für Nachrichtengeräte und Datenverarbeitung. www.ind.rwth-aachen.de

*Bild 8: Wissenschaftler des Exzellenzclusters UMIC entwickeln Grundlagen und Konzepte für die nächste Generation des Mobilfunks. Ein wesentliches Merkmal ist die enge Verzahnung der beteiligten Lehrstühle. Die interdisziplinären Teilprojekte umfassen unter anderem die Themen Chipentwurf, Übertragungstechnik, Funknetzarchitekturen und Anwendungen.
Foto: Peter Winandy*

Am Exzellenzcluster „Ultra High-Speed Mobile Information

Lehrstuhl für Integrierte Systeme
der Signalverarbeitung

Lehrstuhl für Integrierte
Analogschaltungen

Lehrstuhl Informatik 5 –
Informationssysteme und Datenbanken

Lehrstuhl Informatik 8 –
Computergrafik und Multimedia

Lehrstuhl Informatik 11 –
Software für eingebettete Systeme

Ericsson Lehrstuhl
für Mobilfunknetze

Lehrstuhl für Theoretische
Informationstechnik

Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik
und Datenverarbeitungssysteme

Lehrstuhl Informatik 4 –
Kommunikation und verteilte Systeme

Lehrstuhl Informatik 7 –
Logik und Theorie diskreter Systeme

and Communication" sind beteiligt:

Institut für Nachrichtengeräte und
Datenverarbeitung

Lehrstuhl für Kommunikationsnetze

Lehrstuhl Informatik 10 –
Medieninformatik

Institut für Textiltechnik

Lehr- und Forschungsgebiet
Stadtbaugeschichte

Lehrstuhl Informatik 2 –
Softwaremodellierung und Verifikation

Philips Lehrstuhl für
medizinische Informationstechnik

Lehr- und Forschungsgebiet
Software für Systeme auf Silizium

Lehrstuhl für Nachrichtentechnik

Lehrstuhl Informatik 9 –
Datenmanagement und -exploration

Lehrstuhl für Algorithmen und Komplexität

