

## Die IKT spielt für das Energienetz der Zukunft in Deutschland eine zentrale Rolle

Liebe Mitglieder, das Frühjahr ist die Zeit der Messen. Nach dem Mobile World Congress in Barcelona und der CeBIT mit dem Thema „Shareconomy“ steht nun die HMI in Hannover an. Nachdem sich die ITG auf der CeBIT an einer gut besuchten Pressekonferenz zu dem Thema Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) sowie zu Smart Home beteiligt und darüber hinaus ein gemeinsames GI/ITG-Forum über Sicherheit im Smart Grid mit 70 Teilnehmern veranstaltet hat, ist sie auch auf der diesjährigen HMI vertreten. Experten aus dem ITG-Fokusprojekt „Energieinformationsnetze“ gestalten auch hier ein Forum mit und zeigen, wie wichtig die Rolle der IKT im zukünftigen Energienetz in Deutsch-

Sicherheit ist ein Thema, das sich als roter Faden durch viele unserer Aktivitäten zieht.

land ist. Denn ohne eine intelligente Regelung der wechselnden Netzanforderungen würde die Situation schnell kritisch werden.

Durch alle diese Bereiche zieht sich das Thema Sicherheit wie ein roter Faden. Deshalb haben wir unsere Aktivitäten zu diesem Thema auch deutlich intensiviert. Weitere neue Arbeitsgebiete besichert uns auch die Thematik „Cyber Physical Systems“ (CPS), die viele neue Anwendungen mit sich bringt: von Industrie 4.0 über Embedded Systems bis zu AAL und vielem mehr.

Diese Ausgabe ist bereits die vierte unserer neu gestalteten ITG-news. Bitte schreiben Sie uns, wie sie Ihnen gefällt und was wir besser machen können. Oder reichen Sie eigene Ar-



tikel ein. Wir sind sehr daran interessiert, Ihnen eine interessante und spannenden Mitgliederinformation zu aktuellen Themen zu gestalten.

**DR.-ING. VOLKER SCHANZ**

ITG-Geschäftsführer

### JOHANN-PHILIPP-REIS-PREIS

## Aufruf zur Teilnahme

In diesem Jahr vergeben die Städte Friedrichsdorf und Gelnhausen, die Deutsche Telekom und der VDE wieder den mit 10.000 Euro dotierten Johann-Philipp-Reis-Preis für eine herausragende Veröffentlichung auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik. Er soll an Ingenieure und Ingenieurinnen oder Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen (Altersgrenze 40 Jahre) verliehen werden, die mit ihrer Arbeit eine bedeutende nachrichten-

technische Neuerung, die auch Auswirkungen auf die Volkswirtschaft hat, in Gang gesetzt haben bzw. eine solche Entwicklung erwarten lassen.

**Einsendeschluss für Bewerbungen ist der 8. April. Bewerbungen sind zu richten an: Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG), Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Tel.: (069) 6308-360/-362 E-Mail: itg@vde.com**

## Inhalt

<b>Meldungen</b>	<b>02</b>
<b>Thema</b>	
Offene optische Netze	07
Mobilfunknetze	08
FTTX-PLAN	12
SASER	13
<b>Aus den Fachgremien</b>	<b>14</b>
<b>Termine</b>	
Call for Papers	15
Veranstaltungen	16



Auf der Ausstellung im Rahmen des Kongresses lassen sich der Parlamentarische Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung Thomas Rachel (2. v. re.) und der VDE-Vorstandsvorsitzende Dr.-Ing. Hans Heinz Zimmer (re.) neue Entwicklungen im Bereich intelligenter Assistenzsysteme erklären.

## 6. AAL-KONGRESS

# Länger selbstbestimmt wohnen mithilfe intelligenter Technik

*Von der Hausautomatisierung bis zur sensorbasierten Notfallerkennung: Auf dem Kongress wurden die Fortschritte, aber auch Herausforderungen in der Entwicklung und Anwendung von AAL-Systemen deutlich.*

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels wurden in den vergangenen Jahren eine Vielzahl an Forschungsprojekten zu dem Thema häusliche Unterstützung unter dem Schlagwort Ambient Assisted Living (AAL) gestartet. Auf dem 6. AAL-Kongress, der gemeinsam von dem BMBF und dem VDE in Berlin ausgerichtet wurde, standen Themen wie vernetzte Hausautomatisierung, die Potenziale der digitalen Infrastruktur in ländlichen Räumen, telemedizinische Assistenz in der Rehabilitation und erste Erfahrungen von sensorbasierten Sicherheitssystemen in der Notfallerkennung auf dem Programm.

In einem Gemeinschaftsprojekt des Oldenburger Instituts für Informatik (OFFIS) mit der Universität Oldenburg und der Universität Bremen stellte Frerk Müller vom OFFIS anlässlich des Kongresses das Projekt „Länger selbstbestimmtes Wohnen“ (LsW) vor. Ihm zufolge integriert dieses aktuelle Szenarien häuslicher Unterstützung durch bereits auf dem Markt etablierte Systeme in der realen häuslichen Umgebung. „Die notwen-

digen Anforderungen, die Auswahl der Szenarien und die Evaluation laufen in engster Abstimmung mit den Bewohnern, in deren Wohnungen die Technologien auch über das Ende des Projekts verbleiben werden.“ Im Fokus der Untersuchungen hinsichtlich des Nutzens solcher Systeme lag insbesondere die Untersuchung von mobilen Geräten als Mensch-Maschine-Schnittstelle, die Nachrüstbarkeit von Heimautomatisierungskomponenten in Bestandswohnungen, die Anbindung mobiler Geräte an die Hausautomatisierung sowie die Vernetzung verschiedener Wohneinheiten untereinander.

Über die Potenziale der digitalen Infrastruktur und von AAL-Lösungen in ländlichen Regionen referierte Annette Spellerberg vom Lehrgebiet Stadtsoziologie der TU Kaiserslautern. In ihrem Beitrag zeigte sie unterschiedliche Strategien auf, wie lokale Akteure den Zugang zu einem schnelleren Internet erlangen können. „In ländlichen Gegenden ist Breitband besonders wichtig, weil von einem weiteren Bevölkerungsrückgang auszugehen ist und die Nahversorgung

schwieriger wird“, unterstrich die Expertin. So wird für ländliche Regionen ein Bevölkerungsverlust von 15 Prozent vorhergesagt. Die Neuorganisation vieler Lebensbereiche und Versorgungsstrukturen ergibt sich notwendigerweise aus den damit verbundenen Tragfähigkeitsproblemen. Die Projekte, in denen die Referentin mitgearbeitet hat, sind ihrer Einschätzung nach dem Ziel, intuitiv bedienbare und für den Alltag nützliche AAL-Techniken zu entwickeln, ein großes Stück nähergekommen. Spellerberg empfahl, die Zielgruppe in den Entwicklungsprozess einzubinden und in deren Alltag das AAL-System unter realen Bedingungen zu erproben.

Auch die medizinische Rehabilitation verlangt nach innovativen telemedizinischen Konzepten. So beantragen immer mehr Menschen in Deutschland eine Rehabilitation. Zwar steht ihnen hierfür ein ausgezeichnetes Reha-Netz zur Verfügung, allerdings ist die Regeldauer der Leistungen auf drei Wochen begrenzt, wodurch oftmals notwendige Ziele nicht oder nur teilweise erreicht werden können.

Am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der Technischen Universität München wurde in Zusammenarbeit mit der DRV Bayern Süd Klinik Höhenried das telemedizinische Assistenzsystem COMES® eingesetzt, das sowohl dem behandelnden Arzt als auch dem Patienten die Möglichkeit eröffnet, die während des Reha-Aufenthaltes angelernten Lebensstiländerungen aufrechtzuerhalten und zu erweitern. Durch von COMES® automatisch generierte Nachrichten werden die Probanden über ihren Fortschritt zusätzlich informiert. Im Anschluss an den Reha-Aufenthalt verwenden die Rehabilitanden das COMES®-System zu Hause weiter.

In einem Gemeinschaftsprojekt der Karlsruher Vitracom AG, der Reutlinger Bruderhaus Diakonie Stiftung, des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung sowie der Heidelberger Sikom Software GmbH wurde auf dem AAL-Kongress das sensorbasierte Sicherheitssystem „safe@home“ vorgestellt, welches eine automatische Erkennung von Notsituationen in der alltäglichen häuslichen Umgebung ermöglicht und ohne explizite Bedienung des Benutzers autonom Alarmierungsmaßnahmen einleiten kann. Die Entwicklung wurde im Rahmen des Projekts „sens@home“ vom BMBF gefördert. Angaben der Entwickler zufolge wur-

de „safe@home“ auf der Basis von preiswerten optischen und akustischen Sensoren entwickelt. Diese verfügen über den Vorteil, dass sie typische Notfälle innerhalb weniger Sekunden automatisch erkennen, keinerlei Berührung oder Interaktion mit dem Nutzer erfordern und darüber hinaus ohne Umbaumaßnahmen preiswert in jede Art von Wohnraum integrierbar sind. Die Akzeptanz der Systeme sowohl bei den Probanden als auch beim Betreuungspersonal bezeichneten die am Projekt beteiligten Entwickler als sehr gut.

#### ROLF FROBÖSE

Wissenschaftsjournalist

## KÖLNER KABELTAGUNG 2012

### Schnelle Haus- und Zugangsnetze

*Auch die jüngste ITG-Fachtagung Kommunikationskabelnetze fand traditionsgemäß wieder im Maternushaus in Köln statt.*

Die zwei Workshops zu „Smart Grid, Smart Building“ und „Qualitätssicherung in Zugangs- und Gebäudenetzen in der Praxis“ am 11. Dezember 2012 waren ebenso gut besucht wie die Fachtagung einen Tag später. Das Thema „Smart Grid, Smart Building“ umfasst grundsätzlich zwei Aspekte: Zum einen wurden Möglichkeiten auf dem Energiesektor vorgestellt, die sich aus Smart Grids ergeben, zum anderen ging es um die Technologien, die diese Vorteile ermöglichen sollen. Das sind vor allem intelligente Hausnetze, die ihrerseits über ein schnelles Zugangsnetz an die öffentlichen Netze angeschlossen sind. Während die Fachtagung in Köln in den vergangenen Jahren und auch 2012 das Zugangsnetz als Schwerpunktthema hatte, stand in diesem Workshop das Hausnetz im Fokus. Hier wurden Verkabelungs- und Designkonzepte, die auf Polymerfasern basieren, aber auch die Technologie G.hn als preisgünstige Möglichkeit der Heimvernetzung vorgestellt.

Schnelle Heimnetze nützen jedoch nichts, wenn sie nicht über effiziente Zugangsnetze eine Schnittstelle zur Außenwelt haben. Somit schwing insbesondere das Thema FTTH oder

optisches Zugangsnetz bei vielen Vorträgen mit. Der zweite Workshop behandelte eben dieses Thema unter dem Gesichtspunkt der Qualitätssicherung. Hier wurden Aspekte der Konzeptionierung, der Bauüberwachung von Netzen und der Qualifizierung von Firmen inklusive Gütesiegel betrachtet. Die restlichen Beiträge behandelten vor allem messtechnische Fragen der Überwachung und Abnahme von optischen Zugangsnetzen und Einzelverbindungen, meist mittels OTDR-Technik. Der Beitrag von Birgid Eberhardt zu den Chancen, die Breitbandanschlüsse vor dem Hintergrund einer alternden Gesellschaft bieten – und zum derzeitigen meist ernüchternden Status quo – bildete den Abschluss des ersten Tages.

Die Fachtagung selbst begann am Mittwoch traditionsgemäß mit der Ehrung des besten Beitrags der letztjährigen Kabeltagung. Der Preis ging an Prof. C.-A. Bunge von der Hochschule für Telekommunikation Leipzig für seinen Beitrag zu biegeunempfindlichen Multimodefasern.

Die erste Sitzung behandelte dann Anschlussnetze, Hausnetze und Systeme, in der Fragen der Ausbaustrategien, technische Aspekte des DSL-Vec-

toring, aber auch Hausverkabelungen in Mehrfamilienhäusern angesprochen wurden. In dem abschließenden Beitrag ging es um das Verschmelzen von Aggregations- und Zugangsnetz und entsprechende technische Lösungen.

Danach ging es wieder um Kupferkabel. Weitere Themen waren Verlegetechniken mittels Mikroröhrchen, das Mikro-Trenching für den schnellen und preiswerten Ausbau direkt in der Straße, aber auch Präsentationen zu neuartigen Fasercharakterisierungsmethoden für PMD sowie Technologien für biegeunempfindliche Multimodefasern, bei denen sich durch spezielles Design chromatische und Modendispersion teilweise kompensieren. Neben den Beiträgen war auch ein gut besuchter Ausstellerbereich organisiert.

Mit dem Programm aus Beiträgen zu allen Aspekten der Kommunikationskabel von der Herstellung, dem Test und der Verkabelung von Fasern und Leitungen sowie zu Zugangs- und Inhausnetzen, ihrer Konzipierung, der Verlegung und dem Test bot die ITG-Fachtagung „Kommunikationskabelnetze“ wieder ein ausgewogenes Programm. Die Kabeltagung 2013 findet am 10. und 11. Dezember wieder in Köln im Maternushaus statt.

#### PROF. DR.-ING. CHRISTIAN-A. BUNGE

Professor für optische Nachrichtentechnik an der Hochschule für Telekommunikation Leipzig. Er erhielt 2010 den Preis der ITG und ist Mitglied im ITG-Fachausschuss 5.4 Kommunikationskabelnetze.



Im Vordergrund begrüßt Univ.-Prof. Dr.-Ing. Berthold Lankl, Sprecher des Instituts für Informationstechnik an der Universität der Bundeswehr München, Oberst Thomas Freitag. Im Hintergrund: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Bauch von der TU Hamburg-Harburg.

### SCC2013

## New name, widened scope of topics

*The 9th International ITG Conference on Systems, Communications and Coding took place in January 2013 at the Universität der Bundeswehr München/Germany (UniBwM).*

SCC is the biannual conference organized by the ITG technical committee (Fachausschuss) Information Theory and System Theory which has previously been known as the International Conference on Source and Channel Coding. It has now been renamed in order to widen the scope while keeping the acronym SCC. About 150 scientists including high profile invited speakers from 18 countries met to discuss about Information Theory, Optical Communications and Navigation for four days at the campus of the UniBwM. This conference was organized by the general chairs Gerhard Bauch (TU Hamburg-Harburg) and Berthold Lankl (UniBw München) with the Technical Program Committee Chairs Christoph Günther (DLR Oberpfaffenhofen/TU München) and Volker Kühn (University of Rostock).

On the first day three Tutorials were held in parallel with the focus on Optimisation for Communications, Principles of Compressed Sensing and New Challenges for Communication Engineers in Advanced Optical Networks. The second day was dedicated

to Wireless Communications with the invited speakers Takehiro Nakamura (NTT DOCOMO, Japan) and Erik Dahlman (Ericsson, Sweden) with the focus on LTE and its evolution. In the afternoon the sessions Channel Coding, Compressed Sensing and Information Theory took place with the invited speaker Hans-Andrea Loeliger (ETH Zürich, Switzerland) and his talk on „Statistical State Space Models and Likelihood Filters“. The poster sessions during all coffee breaks were well received by the scientists and originated active professional discussions.

The main focus of the third day was laid on the topics Network Coding and MIMO. In the afternoon an excursion to DLR (Germany's national research centre for aeronautics and space) was organized to visit the German Space Operation Center (GSOC) and the Galileo Control Center (GCC). Afterwards the labs of the Institute of Communications and Navigation were presented during a very interesting tour.

At the evening a trip was planned to visit the Andechs Monastery, located visible from far away on the „holy mountain“ on the eastern shore of the

Ammersee. This is the oldest place of pilgrimage in Bavaria since 1850 and is part of the Benedictine Abbey St. Bonifaz. In the restaurant Kloostergasthof typical bavarian dishes were served.

The fourth and last day was dedicated to the subject of Optical Communication, where Henning Bülow (Alcatel-Lucent, Bell-Labs, Germany) gave a lecture „On the Way to the Capacity Limits of the Optical Fiber“, followed by Peter J. Winzer (Alcatel-Lucent, Bell-Labs, USA) on „Nonlinear Shannon Limits, Quantum Capacities, and MIMO in Optical Communications“. The Navigation session followed where Günter W. Hein (European Space Agency (ESA), Netherlands) and Henk Wymeersch (Chalmers University of Technology, Sweden) presented their views on „Multi-Frequency Multi System GNSS“ and on „Navigation on Graphs, Where Coding Meets GPS“ respectively. Finally the closing session on Channel Coding included an invited talk „Recent Advances in Coding Theory“ presented by Rüdiger Urbanke (École Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL, Switzerland).

The next International ITG Conference on Systems, Communications and Coding will be held in 2015 in Hamburg, Germany.

### KARL BESTHORN UND VITO DANTONA

Universität der Bundeswehr München, Neubiberg  
Beide sind Mitarbeiter am Institut für Informationstechnik von Professor Lankl.



Seit 30 Jahren gibt es die Konferenz zur Architektur von Computersystemen. Bei der 26. Auflage im Februar war die Technische Universität von Prag in Tschechien Gastgeber des internationalen Expertenaustauschs.

## ARCS 2013

# Wie Anwendungen durch die Architektur beschleunigt werden

Die 26. GI/ITG-Konferenz *Architecture of Computing Systems* fand vom 19. bis zum 22. Februar in Prag statt. Höhepunkte waren die eingeladenen Vorträge.

Die ARCS-Konferenz wird unter anderem von dem GI/ITG-Fachausschuss ARCS getragen und hat eine über 30-jährige Tradition. Auf der Konferenz werden vornehmlich Themen aus den Fachgebieten Rechnerarchitektur und Betriebssysteme diskutiert, wobei für jedes Jahr ein bestimmtes Schwerpunktthema gewählt wird. In diesem Jahr standen Architektur Aspekte für die Beschleunigung von Anwendungen im Mittelpunkt.

Die Tagungsleitung hatten Prof. Dr. Hana Kubátová von der Technischen Universität Prag und Prof. Dr. Christian Hochberger von der Technischen Universität Darmstadt inne. Das internationale besetzte Programmkomitee unter der Leitung von Dr. Martin Danek, UTIA AV, und Prof. Dr. Bernhard Sick, Universität Kassel, stellte ein hervorragendes wissenschaftliches Programm zusammen. Aus den über 80 Einreichungen wurden 24 Beiträge ausgewählt, die dann auf der Konferenz präsentiert worden sind. Inhaltlich umfassten die vorgetragenen Beiträge

die Themenbereiche Architektur Aspekte zur Beschleunigung von Anwendungen, Speichersysteme, Kommunikation, Energieeffizienz, Echtzeitanwendungen, Prozessorarchitekturen und rekonfigurierbare Architekturen.

Höhepunkt waren die eingeladenen Vorträge. Prof. Dr. Jürgen Teich stellte in seinem Vortrag „Invasive Computing – The Quest for Many-Core Efficiency and Predictability“ invasives Rechnen vor, ein neues Paradigma für eine anwendungsorientierte Organisation zukünftiger MP-SoCs. Prof. Dr. Lukáš Sekanina von der Brno University of Technology, Faculty of Information Technology, diskutierte in seinem Vortrag „FPGA-Based Evolvable Hardware Systems“ neue Ansätze für adaptierbare Hardware-Architekturen mit bioinspirierten Konzepten. Schließlich präsentierte Dr. Herbert Cornelius von der Intel GmbH, Deutschland, in seinem Vortrag „From Milliwatts to PFLOPS – High-Performance and Energy Efficient General Purpose x86 Many-Core Architecture“ die

aktuellen Prozessoren von Intel und Anforderungen an zukünftige Prozessorarchitekturen.

Neben der Konferenz fanden die folgenden Workshops statt:

- 9th Workshop on Dependability and Fault Tolerance (VERFE'13)
- 3rd Workshop on Ultra-Low Power Sensor Networks (WUPS 2013)
- 1st International Workshop on „Self-optimisation in organic and autonomic computing systems“ (SAOS13)

Die nächste ARCS-Konferenz wird vom 25. bis zum 28. Februar 2014 in Lübeck stattfinden.

### PROF. DR. WOLFGANG KARL

Karlsruher Institut für Technologie (KIT),  
Fakultät für Informatik  
Sprecher des FA 6.1 ARCS

## ANALOG 2013

## CMOS-Technologien als Schlüssel?

Auf der diesjährigen Analog in Aachen stand die Realisierung vollständig integrierter HF-Subsysteme im Mittelpunkt.

In den letzten 20 Jahren hat sich der Integrationsgrad von Funksystemen rasant entwickelt. Die damit verbundenen Herausforderungen wurden auf der diesjährigen „Analog 2013“ diskutiert, zu der die Informations-technische Gesellschaft im VDE (ITG) und die VDE/VDI-Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM) eine Reihe von namhaften Experten nach Aachen eingeladen hatten.

Die Layout-Portionierung integrierter Mixed-Signal-Systeme ist mit erheblichem Aufwand verbunden. Zur Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit ist es daher wichtig, bereits in der Planungsphase ein möglichst genaues Bild über die zu erwartende Chipfläche und damit die voraussichtlichen Fertigungskosten zu erhalten. In einem Gemeinschaftsbeitrag der IPGEN Microelectronics GmbH, des Dresdner ZMD und der Fachhochschule Dortmund wurde ein neues Berechnungsverfahren für die Bestimmung des Flächenbedarfs von Mixed-Signal-Systemen vorgestellt, für die ein Fertigungsprozesswechsel

in Erwägung gezogen wird. Zu den besonderen Merkmalen des Verfahrens zählen insbesondere die Berücksichtigung bauelementspezifischer Skalierungsfaktoren für den Übergang von Simulationsmodul zu Bauelementlayout und für den Übergang des Layouts von Prozess 1 zu Prozess 2. Ersten Erfahrungen zufolge lässt sich das Berechnungsverfahren leicht in vorhandene Design- oder Portionierungswerkzeuge integrieren.

Während für digitale Schaltungen eine vollständige Automatisierung der Layoutherstellung seit Jahren Standard ist, wird das Layout analoger Schaltungen heute überwiegend manuell erstellt. Damit ist die Erstellung des analogen Layouts ein aufwendiger Teil beim Entwurf von Mixed-Signal-Schaltkreisen, der darüber hinaus auch im kritischen Zeitpfad liegt. Auf der Analog 2013 stellten Achim Graupner und Andreas Görmar vom Zentrum Mikroelektronik Dresden AG zwei generatorbasierte Ansätze vor. Zum einen wurde ein auf der Technologie von IPGEN basierendes Konzept für die vollständig automati-

sche Erzeugung von Layouts für Verstärker in CMOS-Technologie vorgestellt. Zum anderen wurden Generatoren für digitale Gatter für den Analogentwurf vorgestellt und beide Ansätze auf der Basis industrieller Erfahrung verglichen.

CMOS Hochvolt-Technologien erweisen sich gegenwärtig als zunehmend wettbewerbsfähigere Lösungen für den Entwurf von Integrierten Hochvolt-ASICs im Vergleich zu BCD- und SOI-Technologien. „Mit ihnen lassen sich komplexe Systeme aus Hoch- und Niederspannungsbaublöcken monolithisch integrieren“, verdeutlichte Prof. Dr.-Ing. Klaus Hofmann vom Fachgebiet Integrierte Elektronische Systeme der Technischen Universität Darmstadt. Auf diese Weise könnten komplexe, intelligente und äußerst kompakte Hochvolt-Mikrosysteme realisiert werden. Der bekannte Entwurfsablauf für Integrierte Niedervolt-Analog- und Mixed-Signal-Schaltungen könne dabei als Basis für den Entwurf von Integrierten Hochvolt-ASICs hergenommen werden, müsse aber noch stärker physikalische Effekte, externe Bauelemente, Lebensdauer- sowie Grenzbetrachtungen in Form von Maximalwerten berücksichtigen.

**ROLF FROBÖSE**

Wissenschaftsjournalist

## Personalia

### NEU GEWÄHLTE SPRECHER VON ITG-FACHAUSSCHÜSSEN UND -GRUPPEN



**PROF. DR. WOLFGANG KARL**  
Karlsruher Institut für Technologie

Prof. Dr. Wolfgang Karl ist seit September 2012 Sprecher des GI/ITG-Fachausschusses ARCS sowie seit Januar 2013 stellvertretender Sprecher der GI/ITG-Fachgruppe PARS. Seit 2010 ist er Mitglied des Präsidiums und erwei-

terten Vorstandes der Gesellschaft für Informatik. Prof. Karl ist seit 2003 Professor an der Fakultät für Informatik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Forschungsschwerpunkte sind Rechnerarchitektur, Werkzeuge für parallele Rechnerarchitekturen, adaptive und selbstorganisierende Systeme.



**PROF. DR. JÖRG KELLER**  
FernUniversität Hagen

Prof. Dr. Jörg Keller ist seit 2010 Sprecher der GI/ITG-Fachgruppe Parallel-Algorithmen, -Rechnerstrukturen und -Systemsoftware (PARS). Im September 2012 wurde er auch zum stellvertretenden Sprecher des GI/ITG-Fach-

ausschusses ARCS gewählt. Seit 1996 ist er als Professor am Lehrgebiet Parallelität und VLSI der FernUniversität in Hagen tätig. Forschungsschwerpunkte sind energieeffiziente parallele Programmierung, Fehlertoleranz bei parallelen Berechnungen und IT-Sicherheit.

## GLASFASER

# Offene optische Netze nutzen

Die extreme Bandbreite der Glasfaser ermöglicht nicht nur wesentlich höhere Bitraten, sondern auch vielfältige Nutzungs- und Betreibermodelle. Um hieraus den größtmöglichen Nutzen zu erzielen, sollte sich die passive Infrastruktur möglichst transparent über den gesamten Metro-Access-Bereich erstrecken.

Das Wachstum im glasfasergebundenen Zugangsmarkt ist nach wie vor relativ gering. Die absoluten Zahlen liegen mit weltweit knapp 82 Millionen FTTH/FTTB-Anschlüssen im Jahr 2012, eine Angabe des FTTH Council EU, auf sehr niedrigem Niveau. Vor allem in Ländern mit bereits vorhandener und gut ausgebauter konventioneller Breitband-Infrastruktur ist die Motivation, zusätzlich in Fasernetze im Access-Bereich zu investieren, nur wenig ausgeprägt. Die Leistungsfähigkeit von Übertragungstechnologien, die auf bestehenden Infrastrukturen aufsetzen können wie DSL, DSCIS und LTE wird kontinuierlich verbessert, sodass kurzfristig unter Berücksichtigung existierender und absehbarer Dienstangebote für Endkunden in diesem Rahmen kein technisch zwingender Grund für eine Migration zu FTTH/FTTB-Netzen vorliegt.

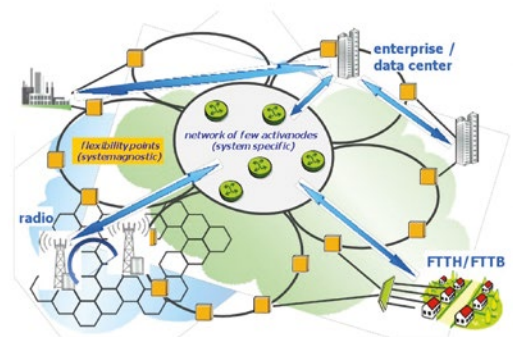
## Glasfaser ist mehr als nur ein weiteres Übertragungsmedium

In diesbezüglichen Diskussionen und Überlegungen wird die Glasfaser lediglich als weiteres Übertragungsmedium betrachtet, das eine höhere Bandbreite bietet als Kupferdoppelader, Coax-Kabel oder Funkkanäle, ansonsten aber die Paradigmen zu Netzbetrieb und -architektur nicht ändert. Dabei wird außer Acht gelassen, dass die extreme Bandbreite der Faser (53 THz) nicht nur für wesentlich höhere Bitraten genutzt werden kann, sondern auch essentiell andere Nutzungs- und Betreibermodelle zulässt. Gleichartige Services für Endkunden können parallel auf einer Faser angeboten werden (unterschiedliche Anbieter für klassisches Triple Play) ebenso wie verschiedenartige Services (Triple Play und ähnliche Residential Services zusammen mit Smart Grid und anderen Metering und Surveillance Applikationen). Bei

Parallelnutzung von Teilen der Infrastruktur für wesensverschiedene Services (Residential plus Business plus Radio-Backhauling) ermöglicht die optische Infrastruktur die Trennung der Dienste auf der untersten Übertragungsebene. Bedenken bezüglich der Dienste-Integrität und -Sicherheit oder der Einschränkungen in der Nutzungsflexibilität, wie sie bei Bitstream-Access oder bei Zugang über den IP-Layer angebracht sind, sind gegenstandslos. Durch die mögliche Vielfalt der Nutzungsmöglichkeiten bietet eine einmal ausgebrachte Infrastruktur quasi unbegrenzte Möglichkeiten, unterschiedliche Services von und für unterschiedliche Kunden bzw. Betreiber aufzusetzen und sie gegebenenfalls später zu modifizieren.

Um den größtmöglichen Nutzen aus diesem Konzept zu erzielen, sollte sich die passive Infrastruktur möglichst transparent über den gesamten Metro-Access-Bereich erstrecken. Die Zuordnung zu einzelnen Betreibern/Kunden erfolgt durch Zuweisung von Wellenlängenbändern, innerhalb derer sie quasi nach Belieben optische Systeme betreiben können. Die transparente Verschaltung der Basis-Ressourcen Faser und Wellenlängenband in einigen Knotenpunkten erlaubt es, auf einer festen Faser-Infrastruktur flexibel konfigurierbare virtuelle optische Netze aufzusetzen, die unabhängig voneinander betrieben werden können („optische Pipes“). Es können somit auf derselben Faser in den verschiedenen Bändern Systeme mit unterschiedlichen Bitraten oder optischen Modulations- und Multiplexformaten betrieben werden, ohne dass es zu gegenseitigen Störungen kommt.

Um eine größtmögliche Flexibilität der Konfigurierung der Pipes zu ermöglichen (Topologie, geringe oder hohe Verluste, kurze oder lange Distanzen), werden in Knotenpunkten optische Schalter, optische Verstärker und optisch dispersionskompensierende Elemente verwendet. Die spezifische Auslegung dieser Netzelemente gewährleistet die gegenseitige Unabhängigkeit der verschiedenen Pipes und ermöglicht die Nutzung unterschiedlicher Systeme. Die Trennung



Der Aufbau eines „converged metro-access fiber networks“.

des Betriebs der Infrastruktur von dem der Systeme erfordert daneben entsprechende Maßnahmen für das Management des Netzes, die es den Beteiligten ermöglichen, unabhängig von den jeweils anderen Parteien das eigene Teilnetz autonom zu betreiben und zu überwachen. Das gilt vor allem für den Betreiber der Infrastruktur selbst.

Die für dieses Konzept eines offenen Netzes auf der optischen Ebene notwendigen Architekturen und Technologien werden unter der Leitung der Bell Labs Deutschland (bei Alcatel-Lucent) im BMBF-geförderten Projekt CONDOR (16BP1010) entwickelt und untersucht.

**DR. THOMAS PFEIFFER**

Alcatel-Lucent Deutschland AG, Stuttgart



## MOBILFUNKNETZE

# Heterogene Netze etablieren

*Der stetig wachsende Datenverkehr wirft für Betreiber von Mobilfunknetzen die Frage auf, wie sie die Netzkapazitäten rasch und kostengünstig erhöhen können. Die Antwort könnten kleine Zellen liefern. Durch die lokale Integration von Basisstationen lässt sich das makrozelluläre Netz zu einem energieeffizienten, wartungsarmen selbstoptimierenden heterogenen Netz erweitern.*

Die schnell zunehmende Akzeptanz von tragbaren Smartphones und Tablet-PCs durch den Konsumenten und die damit einhergehende intensive Nutzung von Datendiensten sorgt in den nächsten Jahren für einen näherungsweise exponentiellen Zuwachs des mobilen Datenverkehrs. Die Verbraucher tauschen nach und nach ihre Mobiltelefone gegen Internet-taugliche Smartphones aus, Sprachverbindungen treten zunehmend in den Hintergrund gegenüber der Nutzung von Internet, Video und E-Mail. Nutzerdaten werden immer häufiger ins Netz („Cloud“) hochgeladen und zentral abrufbar gespeichert und nicht mehr lokal auf dem Endgerät abgelegt. Insbesondere sorgt auch die steigende

Nutzung von Videodiensten für einen erheblichen Zuwachs an Datenvolumen. All das stellt Mobilfunknetze und ihre Betreiber vor massive Herausforderungen: Einerseits nimmt der Datenverkehr und damit der Bedarf nach einem Ausbau der Netze rasch zu, auf der anderen Seite werden die Erlöse der Netzbetreiber angesichts von „Flatrate“-Datentarifen nicht im selben Maße folgen.

### Drei Ansätze zur Erhöhung der Netzkapazitäten

Die Betreiber suchen in dieser Situation nach Wegen, die Kapazität der Netze rasch, kostengünstig und energieeffizient zu erhöhen. Drei Ansätze

werden zu diesem Zweck verfolgt: die Verbesserung der Effizienz der Funktechnik selbst, beispielsweise durch bessere Empfänger oder durch den Einsatz von Mehr-Antennen-Techniken, die Zuweisung und Nutzung von zusätzlichen Frequenzbändern sowie eine Verdichtung der Netze durch Installation von weiteren Funkzellen. Die Verdichtung der Netze verspricht das größte Verbesserungspotenzial, im Idealfall skaliert bei hoher Nutzerdichte die Kapazität der Netze mit der Zahl der Funkzellen.

Die Entwicklung geht dabei meist von einem bereits vorhandenen makrozellulären Netz aus, das durch Einbringung von kleinen Zellen zu einem „heterogenen Netz“ erweitert wird.



Ein heterogenes Funknetz besteht also aus einem flächendeckenden, makrozellulären, drahtlosen Netz, das an bestimmten Stellen durch das Einfügen von kleinen Zellen verdichtet wurde. Dieses „Zelle-in-Zelle“-Prinzip ist in Abbildung 1 dargestellt, das schematisch ein heterogenes Netzwerk zeigt. Die Abbildung zeigt eine Makro-Zelle und eine kleine Zelle sowie zwei Nutzer. Nutzer A befindet sich im Abdeckungsbereich der Makro-Zelle und wird daher von dieser bedient. Nutzer B befindet sich zwar auch im Abdeckungsbereich der Makro-Zelle, aber gleichzeitig auch im Abdeckungsgebiet der in der Makro-Zelle eingebetteten kleinen Zelle. Daher wird Nutzer B von der kleinen Zelle bedient.

Die Bezeichnung „heterogenes Netzwerk“ beruht darauf, dass sich Makro-Zellen und kleine Zellen erheblich unterscheiden, zum einen in technischen Aspekten der entsprechenden Basisstationen, wie z.B. Sendeleistung, Antennen, Bauform und Aufstellungsort, zum anderen aber auch in deren primären Aufgaben. Die Hauptaufgabe von Makro-Zellen ist die flächendeckende Bereitstellung eines Netzzugangs. Die entsprechenden Basisstationen haben typischerweise eine Sendeleistung im Bereich von 40 Watt, ihre Antennen werden auf hohen Gebäuden montiert. Die Aufgabe der kleinen Zellen ist dagegen die Bereitstellung zusätzlicher Kapazität in lokal begrenzten Gebieten. Im Wesentlichen wird zwischen zwei Arten von kleinen Zellen unterschieden: Pico- und Femto-Zellen.

### Was Pico- und Femto-Zellen leisten können

Die Basisstation einer Pico-Zelle hat typischerweise eine Sendeleistung von 1 bis 5 Watt und im Vergleich zur Basisstation einer Makro-Zelle eine deutlich kleinere Bauform. Dadurch ist es möglich, die Pico-Basisstation an einer Straßenlaterne oder einer Hauswand zu montieren. Pico-Zellen werden typischerweise an Orten mit erhöhter Nutzerdichte platziert. Dieser Ort kann sich innerhalb von Gebäuden befinden, z.B. in einem Einkaufszentrum oder auch außerhalb, z.B. bei einer Bus- oder S-Bahn-Haltestelle. Die Hauptaufgabe der

Pico-Zelle ist es, den an diesem Ort anfallenden Datenverkehr von der Makro-Zelle aufzunehmen („offloading“) und diese damit zu entlasten.

Femto-Zellen dienen hingegen fast ausschließlich der besseren Versorgung innerhalb von Gebäuden und werden vor allem in Büros und privaten Wohnungen platziert. Die Sendeleistung von Femto-Zellen liegt typischerweise im Bereich von 100mW.

fürung gestellt. Mobile Endgeräte, die durch die Pico-Zelle bedient werden, können die zusätzlich zur Verfügung stehende Bandbreite nutzen. Gleichzeitig muss die Makro-Zelle weniger Nutzer bedienen. Die Interferenzleistung des gesamten Systems wird stark reduziert, da die Nutzer einer kleinen Zelle mit einer deutlich geringeren Sendeleistung bedient werden. All diese Effekte führen zu einer deutli-

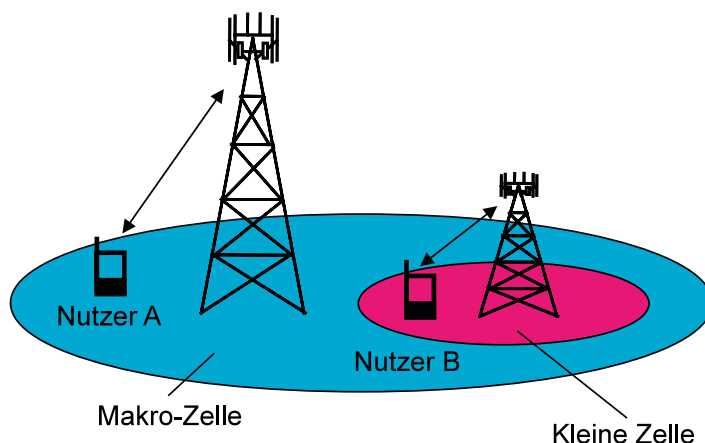


Abbildung 1: Diese schematische Darstellung zeigt ein heterogenes Netz mit einer Makro-Zelle, einer kleinen Zelle sowie zwei Nutzern.

Ein wesentlicher Unterschied zu Pico-Zellen besteht darin, dass Femto-Zellen sowohl in der Ausbringung als auch im Betrieb nicht unter der vollen Kontrolle des Netzbetreibers stehen. Sie werden von den Nutzern installiert, z.B. in deren Wohnung. Der Nutzer stellt auch die Stromversorgung und die Anbindung an das Internet zur Verfügung, z.B. über DSL. Da die Betriebskosten durch den Nutzer getragen werden, ist der Zugang zu einer Femto-Zelle im Allgemeinen beschränkt, z.B. auf die Geräte des Betreibers der Femto-Zelle.

### Frequenz-Ressourcen mehrfach nutzen

Durch das Aufstellen von Pico-Basisstationen werden Frequenz-Ressourcen innerhalb des von einer Makro-Zelle abgedeckten Gebietes mehrfach genutzt. Dadurch wird den Nutzern mehr Übertragungskapazität zur Ver-

fügen Erhöhung der Systemleistung, aber auch zu einer deutlichen Verbesserung der Dienstqualität aus der Sicht des Nutzers. Abbildung 2 (nächste Seite) zeigt den Systemdurchsatz eines heterogenen Netzes relativ zum Systemdurchsatz eines reinen Makro-Netzes. Offensichtlich ist die Platzierung der Pico-Basisstationen essentiell, um den bestmöglichen Gewinn aus den zusätzlich aufgestellten Pico-Basisstationen zu erzielen.

Darauf aufbauend sind weitere Verbesserungen der Systemleistung möglich, etwa durch zeit- oder frequenz-basierte Interferenz-Koordination oder durch Veränderung von Handover-Parametern, was unter anderem zur Vergrößerung der Pico-Zellfläche genutzt wird. Frequenz-basierte Interferenz-Koordination bietet sich besonders dann an, wenn mehrere Frequenzbänder zur Verfügung stehen. Im einfachsten Fall

werden die Frequenzbänder exklusiv entweder dem Makro- oder dem Pico-Subsystem zugeteilt. Dadurch wird die gegenseitige Störung zwischen Makro- und Pico-Zellen vollständig vermieden. Allerdings wird dabei die maximal mögliche Datenrate aus der Sicht eines Nutzers reduziert. Weiterhin ist die dadurch erzielbare Systemleistung in Bit/Sekunde/km<sup>2</sup> nicht optimal. Besser ist es, wenn

-Betrieb gestellt. Bei Pico-Zellen mit einer Sendeleistung von wenigen Watt und einer Abdeckung von nur 40 bis 80 Metern ist die Wahl des richtigen Standortes essentiell, um die gewünschte Verbesserung der Systemleistung zu erzielen (siehe Abbildung 2). Durch Auswertung von zur Verfügung stehenden Daten über Nutzerverteilung und Nutzerverhalten können mögliche Standorte erkannt und

Basisstationen versorgt, die innerhalb des Gebäudes installiert sind, dann führt dies zu einer deutlich verbesserten Funkabdeckung und damit zu einer signifikanten Verbesserung der Dienstqualität aus der Sicht der Besucher dieser Gebäude.

Durch die Einführung kleiner Zellen ergeben sich im Netzbetrieb neue Herausforderungen, die mit intelligenten SON- (Self Organizing Networks) Algorithmen gelöst werden können. Beispielsweise ist die Optimierung der Betriebsparameter für Interferenz-Koordination und Handover nur sehr schwer manuell durchzuführen. Hier können automatisiert ablaufende SON-Algorithmen helfen, die Betriebskosten signifikant zu reduzieren.

Ziel ist ein flexibles Netz, das an den Bedarf der Dienste angepasst werden kann

Die Aufstellung von Pico-Basisstationen in bestehenden Makro-Netzen erlaubt eine flexible Anpassung der Netzkapazität an den wachsenden Bedarf heutiger und zukünftiger Kommunikationsdienste. Kleine Zellen erlauben eine Abdeckung von Gebieten mit erhöhtem Verkehrsaufkommen (Hotspots), aber auch die Versorgung von zuvor nur schlecht abgedeckten Gebieten wie in öffentlichen Gebäuden. Die Systemleistung kann durch gezielte Maßnahmen wie Interferenz-Koordination und der Anpassung von Handover-Parametern weiter gesteigert werden. Eine besondere Herausforderung ist hierbei die automatisierte Anpassung der Betriebsparameter an die aktuelle Situation. Ziel ist ein energieeffizientes, wartungsarmes, selbstoptimierendes heterogenes Netz, das einfach und flexibel an den zukünftig wachsenden Bedarf an Kommunikations-Diensten angepasst werden kann.

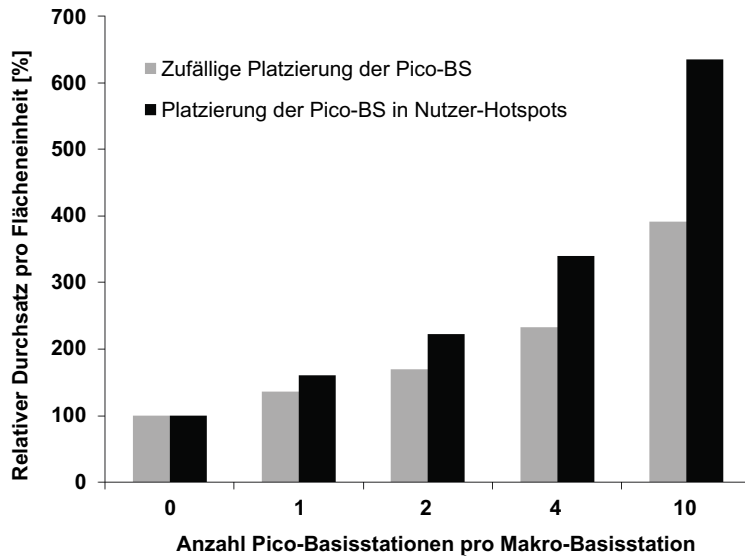


Abbildung 2: Systemleistung für steigende Dichte von Pico-Basisstationen. Die Wahl des richtigen Standortes ist essentiell, um die gewünschte Verbesserung der Systemleistung zu erzielen.

beide Subsysteme zwar alle Frequenzbänder gleichzeitig nutzen, aber wenn die Sendeleistung mancher Bänder reduziert wird, um die Signalqualität des jeweils anderen Subsystems zu verbessern. Ein wichtiger Aspekt ist die Energieeffizienz von heterogenen Netzen. Kleine Zellen verbrauchen deutlich weniger Energie als Makro-Zellen und dienen vor allem der Kapazitätserweiterung. Da Mobilfunknetze nicht ständig voll ausgelastet sind, können kleine Zellen bei Bedarf ganz oder teilweise abgeschaltet werden. Die Makro-Zelle kann die Versorgung der Nutzer solange übernehmen, bis der Kommunikationsbedarf wieder ansteigt und die kleine Zelle wieder eingeschaltet wird.

### Die Planung und der Betrieb heterogener Netze

Durch die signifikant höhere Anzahl der Basisstationen werden neue Anforderungen an Netz-Planung und

danach durch gezielte Messungen genauer identifiziert werden. Anschließend muss geprüft werden, ob ein geeigneter Standort auch ökonomisch erschlossen werden kann. Wichtig ist dabei neben der Verfügbarkeit (Erlaubnis/Miete) die Stromversorgung, ein einfacher Zugang und die Netzanbindung. Für die Netzanbindung stehen verschiedene Technologien zu Verfügung, wobei man prinzipiell zwischen der Anbindung über Funk und der Anbindung über Kabel bzw. Glasfaser unterscheidet. Die zur Verfügung stehende Datenrate der Netzanbindung sowie deren Latenz sind besonders bei der Anbindung von Zellen nach neuen Funkstandards wie LTE wichtig.

Ein wichtiges Einsatzgebiet für kleine Zellen ist die Verbesserung der Kapazität innerhalb von öffentlichen Gebäuden mit vielen potenziellen Nutzern, z.B. Einkaufszentren oder Cafés. Werden diese Nutzer mit Pico-

H.-P. MAYER, U. DÖTSCH, O. STANZE  
UND A. WEBER

Alcatel-Lucent Deutschland AG, Stuttgart

## Special Rates for Members of Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE)



# IEEE Communications MAGAZINE

12 Issues/year  
 VDE Member price: \$67

Provides the latest information on all communications technologies, considered by many subscribers as their:

***"Single most important source of communications information"***

### IEEE COMMUNICATIONS SOCIETY PUBLICATIONS SUBSCRIPTION

2013 Price  
**IEEE Communications Magazine**  \$67  
 12/yr, Pub ID: PER302-EPC

**IEEE Network:  
 The Magazine of Global Internetworking**  \$74  
 6/yr, Pub ID: PER317-EPC

**IEEE Wireless Communications Magazine**  \$74  
 6/yr, Pub ID: PER329-EPC

2013 Price  
**IEEE Communications Letters**  \$88  
 12/yr, Pub ID: PER172-EPC

**IEEE Transactions on Communications**  \$102  
 12/yr, Pub ID: PER120-EPC

**IEEE Journal on Selected Areas  
 in Communications**  \$102  
 10/yr, Pub ID: PER141-EPC

First (Given) Name \_\_\_\_\_ Middle Name \_\_\_\_\_ Last (Family) Name \_\_\_\_\_

Address \_\_\_\_\_ Street \_\_\_\_\_ Room/Apt. # \_\_\_\_\_

City \_\_\_\_\_ State/Province \_\_\_\_\_ Postal Code \_\_\_\_\_ Country \_\_\_\_\_

Tel # \_\_\_\_\_ Fax # \_\_\_\_\_

e-mail address \_\_\_\_\_

**Member Number:** \_\_\_\_\_

**Publications Total:** \_\_\_\_\_

\*Shipping & Handling: \_\_\_\_\_

**Total:** \_\_\_\_\_

\*Outside of North America: Add \$35 each publication for shipping & handling

Charge to my:  AmEx  VISA  MasterCard

Card Number \_\_\_\_\_ Expiration Date (Month/Year) \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_ Date (Day/Month/Year) \_\_\_\_\_

Some local currencies are acceptable. Other payment options such as company purchase orders & wire transfers are also available. Visit [www.comsoc.org/join/payments.html](http://www.comsoc.org/join/payments.html) or call +1 732 981 0060

**Mail or fax completed form with payment to:**  
 IEEE Operations Center  
 445 Hoes Lane, P.O. Box 1331  
 Piscataway, NJ 08855-1331, USA  
 Fax (credit card only) +1 732 981 9667

## FTTX-PLAN

## Kostenoptimierte Planung von optischen Zugangsnetzen

Das Planungstool FTTX-PLAN ermöglicht eine realistische Prognose der Investitionen und schafft gute Voraussetzungen für eine bestmögliche positive Geschäftsentwicklung.

Die Glasfaser ermöglicht im Gegensatz zu kupferbasierten Technologien schnellere Breitbandverbindungen über größere Entfernungen. Der Ausbau neuer Infrastrukturen ist allerdings mit hohen Kosten verbunden, weshalb die Nutzung von Synergien und die Auswahl der passenden Technologie eine kostenoptimierte Planung erfordern.

Durch eine einmalige Datenerhebung und automatisierte Planungsver-

dingungen und führt diese zu einem kostenoptimierten Netz zusammen.

Zunächst stellt sich in einem klassischen Planungsverfahren die Frage, welche Netzarchitektur (z.B. Point-to-Point oder Point-to-Multipoint) und welche betreibende Technologie (z.B. Active Ethernet oder Splitting PON) eingesetzt werden sollen. Dann stehen die Standorte für die Verteiler und den Hauptverteiler zur Auswahl. Diese

werden bewertet, um bei niedrigen Anfangsinvestitionen einen möglichst hohen profitablen Erlös erzielen zu können.

Somit bietet FTTX-PLAN eine realistische Prognose der Investitionen und schafft durch eine gezielte Planung gute Voraussetzungen für eine bestmögliche positive Geschäftsentwicklung. Als Unterstützung für die Feinplanung können Masterpläne mit trassengenauen Kabel- und Rohrverbandsplänen erstellt werden, welche für die reibungslose Weiterverarbeitung mit Feinplanungs- und Dokumentationswerkzeugen geeignet sind.

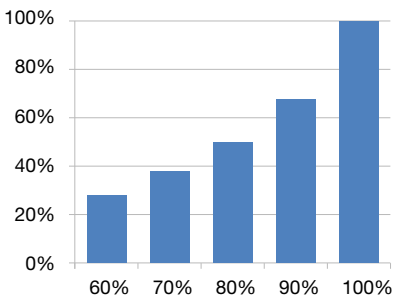
In folgenden Projekten wurden mit FTTX-PLAN belastbare Kalkulationen und Vergleichsstudien erstellt:

- Marburg: Kostenkalkulation eines Pilotprojekts über den Ausbau eines FTTH-Netzes für 700 Wohneinheiten
  - München: Kostenberechnung für urbane und ländliche Gebiete mit 11.400 Wohneinheiten bzw. 1000 Einfamilienhäusern
  - Berlin: Vergleich und Bewertung von verschiedenen FTTx-Technologien bzgl. der Kosten und Eigenschaften zur Unterstützung der Investitionsentscheidung einer Wohnungsbaugesellschaft
  - Schleswig-Holstein: Gesamtkostenberechnung für den Glasfaserausbau zweier Ämter und der jeweiligen Einzelkosten von 22 Gemeinden mit insgesamt 10.000 Anschlusspunkten
- Das FTTX-PLAN-Konsortium besteht aus dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut, atesio, VPIsystems und Bentz Consulting und bietet Dienstleistungen für die Planung von FTTx-Zugangsnetzen an. Kontakt: Dr. Ronald Freund, Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut, Abt. Photonische Netze und Systeme, [fttx-plan@hhi.fraunhofer.de](mailto:fttx-plan@hhi.fraunhofer.de), Tel.: 030 31002-652.

// [www.fttx-plan.de](http://www.fttx-plan.de)

**PÉTER FARKAS, MICHAEL SCHLOSSER  
UND RONALD FREUND**

Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik,  
Heinrich-Hertz-Institut



Oben: Berücksichtigte Daten für ein mit FTTX-PLAN optimiertes Netz.

Links: Relative Gesamtkosten in Abhängigkeit der Penetrationsrate.

fahren können mit dem softwarebasierten Planungstool FTTX-PLAN kostenoptimierte Netzpläne für optische Zugangsnetze erstellt werden. Es ermöglicht Vergleichsstudien verschiedener Netz- und Ausbaukonzepte, wodurch das Entscheidungsrisiko für Kommunen, Stadtwerke und Energieversorgungsunternehmen in der Erstplanung minimiert werden kann.

Im Rahmen einer Planung berücksichtigt FTTX-PLAN alle aktiven und passiven Netzkomponenten, die systemspezifischen Parameter, eine bereits vorhandene Infrastruktur, optionale Verteilerstandorte sowie sämtliche durch den Planer gewählte Be-

dingungen mit einbezogen. Aus dieser Vielzahl an Parametern, Bedingungen und Möglichkeiten ergibt sich eine hochkomplexe Optimierungsaufgabe, in der die automatisierte Planung ihre Vorteile aufzeigt und auch Vergleichsstudien ermöglicht.

Um eine mit dem Netzausbau fortlaufende Kostenentwicklung zu untersuchen, wurden in einer Studie in fünf Schritten 60 bis 100 Prozent der Teilnehmer angeschlossen. In diesem Fall wäre es laut Abbildung möglich, mit nur 50 Prozent der Gesamtkosten bereits 80 Prozent aller Teilnehmer anzubinden. Auf diese Weise kann die Ausbaustrategie eines Glasfasernetzes

## Sichere und nachhaltige Kommunikationsnetze entwickeln

Das europäische Forschungsvorhaben „Safe and Secure European Routing“ ist gestartet. Beteiligt sind momentan 60 Partner aus fünf europäischen Ländern.

Der Datenschutz und die Sicherheit der übertragenen Daten im Internet wird in der Regel durch Verschlüsselung und Authentifizierung in den höheren Netzebenen in hohem Maße gewährleistet. Die Sicherheit sensibler Dienstleistungen hängt aber auch wesentlich von einer zuverlässigen und qualitativ hochwertigen Informationsübertragung ab, von der physikalischen Bitübertragung bis zur Vermittlungsschicht (OSI-Schicht 1 bis 3). Der zu erwartende starke Anstieg des Infor-

mativer Core-Router durch integrierte optisch-elektronische Knoten mit variablen Switching-Granularitäten und -Funktionalitäten, bevorzugt in den OSI-Schichten 1 und 2, könnte den Energiebedarf paket-basierter Verarbeitung deutlich reduzieren. Gleichzeitig würde die hohe Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit optischer Netze gegenüber heutigen IP-Netzen für neue Ansätze genutzt werden.

SASER wird als Kooperationsprojekt auf internationaler Ebene von



mationsaufkommens durch neue und erweiterte Dienstleistungen sowie der rasanten Zunahme der Endgeräte, die auf das Internet zugreifen, stellen die Kommunikationsnetze künftig vor große Herausforderungen. Die etablierten Routing-Technologien dominieren durch ihre energiehungrigen IP-Router bald den Pro-Kopf-Energieverbrauch für die Kommunikation. Im Kernnetz ist daher eine Verschiebung vom klassischen IP-Routing zu neuen Technologien zu erwarten.

Aufgrund dieser Überlegungen hat das BMBF im vergangenen Jahr das Forschungsprogramm „Safe and Secure European Routing“ (SASER) ins Leben gerufen – mit dem Ziel, wissenschaftliche, technische und technologische Lösungen für zukünftige sichere Kommunikationsnetze mit nachhaltiger Kosten- und Energiestruktur zu entwickeln. Der Austausch energiein-

mehr als 60 Partnern, führenden europäischen Systemherstellern, Netzbetreibern, KMUs sowie Universitäten und Forschungseinrichtungen, aus momentan Deutschland, Frankreich, Finnland, Dänemark und Großbritannien, im Rahmen von EUREKA/Celtic-plus durchgeführt. Es besteht aus drei Teilprojekten:

**Verteilte Knotenarchitektur** (Projektkoordinator Alcatel-Lucent): In diesem Projekt geht es darum, IP-Router durch neuartige, skalierbare, hybride elektronisch-optische Netzknoten zu ersetzen, die eine deutlich höhere Verfügbarkeit als klassische IP-Router aufweisen. Dabei wird ein Ansatz mit verteilten Netzknoten gewählt, der eine bessere Skalierbarkeit des Datendurchsatzes und eine flexiblere Verteilung der in den Knoten erforderlichen Funktionalitäten erreicht.

**Sichere zukünftige Kommunikationsnetze** (Projektkoordinator Nokia Siemens Networks): Ziel ist die Erhöhung der Sicherheit in zukünftigen Netzen. Zu diesem Zweck soll die Datenübertragung so weit wie möglich auf den Netzschichten 1 und 2 durchgeführt werden und die Sicherheitsmechanismen auf den Netzschichten 1 bis 3 verbessert werden. Dies kann mithilfe von Technologien der Netzvirtualisierung, Software Defined Networking (SDN) und effizienter Redundanz basierend auf flexiblen und hochverfügbaren Systemen erreicht werden. Ein Anwendungsfall, auf den die neu entwickelte Architektur angewendet werden soll, ist ein zukünftiges Mobilfunknetz.

**Optische Netze für Cloud-Computing** (Projektkoordinator ADVA Optical Networking): Die Flexibilisierung der Netzverbindungen und eine effiziente Nutzung der Netzressourcen durch adaptive Verfahren in Verbindung mit einer flachen Netzhierarchie unterstützen die Anforderungen der netzbasierten Echtzeitanwendungen an niedrige Signallaufzeiten und Laufzeitvariationen.

Auf nationaler Ebene werden diese drei Teilprojekte durch drei weitere Querschnittsprojekte zur Untersuchung und Entwicklung neuer optischer, opto-elektronischer sowie elektronischer Komponenten sowie einem Testbett für gemeinsame Systemtests ergänzt. Die Arbeiten an opto-elektronischen Komponenten werden von u2t Photonics AG an hocheffizienten elektrischen Wandlern von Fujitsu Semiconductor Europe GmbH koordiniert. Telekom Innovation Laboratories (T-Labs) koordiniert die Arbeiten zu Systemtests sowie die Bereitstellung der Testinfrastruktur. Die Projektkoordination erfolgt durch Alcatel-Lucent.

### DR. EUGEN LACH

Projekt-Koordinator von SASER,  
Research Engineer bei Alcatel-Lucent  
Deutschland AG, Bell Labs Germany

## FACHGRUPPE 5.3.1

PHOTONISCHE KOMPONENTEN  
UND SYSTEME MODELLIEREN

Kurz nach den närrischen Tagen, am 14. und 15. Februar 2013, lud Professor Joachim Speidel vom Institut für Nachrichtenübertragung zum Workshop der Fachgruppe 5.3.1, „Modellierung photonischer Komponenten und Systeme“, an die Universität Stuttgart ein. Diese Workshops finden meist ein- bis zweimal pro Jahr statt und bieten Fachleuten aus Forschung und Industrie die Möglichkeit zu einem angeregten Ideenaustausch.

In den letzten Jahren hat sich in der optischen Nachrichtentechnik ein immer stärkerer Trend hin zu Signalprozessierung an den beiden Enden der optischen Übertragungsstrecke und damit einhergehend zu höherwertigeren Modulationsverfahren entwickelt. Deshalb wurde als Schwerpunktthema des Workshops „Optische Kommunikationssysteme – offline to real-time“ gewählt. Weitere Beiträge reichten von OFDM und Signalverarbeitung über Komponenten bis zu Simulationstechniken, wobei letztere eng mit Modulationsformaten und Signalverarbeitung verknüpft waren.

Der Workshop begann mit einem Übersichtsvortrag zu „Multimode- und Multicore-Fasern und -Komponenten“ von Peter Krummrich. Er gab einen Überblick über die verschiedenen Varianten und deren Vor- und Nachteile in der Realisierung. Dieser Ansatz ermöglicht eine Erhöhung der Übertragungskapazität, verlangt jedoch einen vermehrten Einsatz von optischen und elektronischen Komponenten. Darüber hinaus ist offen, wie man von alten Systemen mit den verlegten Standard-Fasern zu neuen Mehrkern-/Moden-Systemen redundanzarm und kostengünstig wechseln kann. Der Vortrag von Herrn Rademacher (TU Berlin) knüpfte an das Konzept des Moden-Multiplexing an und untersuchte den Einfluss von Spleißstörungen auf die Übertragungsqualität. Der bei Verbindung zweier Glasfasern auftretende Spleißfehler ruft nichtlineare Störungen hervor, der vor allem im Moden-Multiplex-Betrieb zum Übersprechen zwischen den Informationskanälen führt. Das in letzter Zeit mit am stärksten

behandelte Modulationsformat ist „Orthogonal Frequency-Division Multiplex“ oder kurz OFDM, bei dem das Datensignal auf sehr viele Subträger aufgeteilt und parallel übertragen wird. Mit dem Aufkommen immer leistungsfähigerer Elektronik sind OFDM-Systeme bei Datenraten der optischen Telekommunikation nicht mehr utopisch. Die OFDM-Technik zeichnet sich durch eine erhöhte spektrale Effizienz aus und wird neben Raum-Multiplex als weitere Alternative für zukünftige Übertragungssysteme gesehen.

Hierzu stellte Herr Schwarz (HSU Hamburg) das Konzept der optischen Echtzeit-Verarbeitung von OFDM-Daten mit einem optischen, planaren Filter vor. Er untersuchte die Skalierbarkeit dieses Filteransatzes und führte eine Toleranzanalyse durch. Derartige Demultiplexer verbrauchen potenziell weniger elektrische Energie als eine entsprechende elektronische Lösung und sind auch für sehr hohe Baudraten realisierbar. Außerdem lassen sich die einzelnen Subkanäle flexibel den gegebenen Übertragungseigenschaften anpassen. Herr André von VPIphotonics präsentierte hierzu die Ansätze und Ergebnisse des Bit- und Powerloadings, das eine optimierte Übertragung mit maximaler Nutzdatenrate ermöglicht. In mehrkanaligen optischen Übertragungsnetzen werden heute feste Kanalaraster von 50 bzw. 100 GHz eingesetzt. Will man diese Systeme mit heterogenen Datenraten betreiben, muss das Kanalaraster eine feinere Granularität von etwa 12,5 GHz aufweisen. Herr Gunkel von der Deutschen Telekom stellte seine Untersuchung der optimalen Netzeffizienz vor. Seine Analyse ergab eine signifikante Erhöhung der Effizienz bei Verwendung des Flexgrid-Ansatzes im Vergleich zum bislang verwendeten Fixed-Grid-System.

Auf dem Themengebiet komplexer Modulationsverfahren stellten Herr Bülow von Alcatel-Lucent und Herr Alreesh vom HHI ihre Resultate zu 4-D-Konstellationen vor. Diese zeichnen sich im Vergleich zu den normalen QPSK/QAM-Systemen durch die Verwendung mehrerer Polarisationszustände als weiteren Freiheitsgrad bei der Kodierung aus. Die durchgeführten Experimente zeigen jedoch nur einen geringen OSNR-Gain bei

Verwendung des neuen Ansatzes.

Den zweiten Tag begann Herr Schaefer (Uni Kiel) mit seiner Untersuchungen zur OFDM-Übertragung von 30 Gbps über 50 km Faserlänge. Dieser Ansatz kombiniert den Einsatz kostengünstiger, direkt modulierter Laser mit der Effizienz von OFDM und stellt somit eine attraktive Alternative zu extern modulierten Systemen dar. Die Verwendung von OFDM, meist elektrisch im Sender erzeugt und elektrisch im Empfänger weiterverarbeitet, besitzt eine hohe Anforderung an die Leistungsfähigkeit der digitalen Signalprozessoren. Besonders bei hohen Datenraten und Kanälen wächst die benötigte Anzahl an Rechenoperationen stark an. Herr Frey vom HHI zeigte zu diesem Thema eine Analyse des Hardwareaufwandes. Nur mit intelligenter und optimierter Auslegung der Rechenschritte und der vorhandenen Ressourcen ist eine Realisierung von einem kompakten und kostengünstigen DSP möglich.

Die nächsten vier Beiträge stammen von der Uni Stuttgart. Herr Grözing stellte Entwürfe, Layouts und Messungen von Echtzeit-fähigen AD- und DA-Wandlern vor. Seine Kollegen Herr Bernhard und Herr Veigel zeigten Übertragungssimulationen eines kohärenten OFDM-Systems. Der Fokus lag hier neben der Betrachtung der Hardware-Umsetzung der benötigten Verarbeitungsschritte und dem Chip-Layout auch auf den Einflüssen von begrenzter Wortlänge (6 Bit vs. 8 Bit). Zuletzt stellte Herr Rörich die Ergebnisse seiner Untersuchung des Einflusses der nichtlinearen Modulator-Kennlinie vor. Da OFDM sehr empfindlich gegenüber Nichtlinearitäten ist, muss eine geeignete Vorverzerrung diesen Einfluss kompensieren.

Nach zehn Jahren und 17 organisierten Workshops übergab C. G. Schäffer die Leitung der Fachgruppe 5.3.1 an B. Schmauß vom Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik der Universität Erlangen. Der nächste Workshop mit dem Schwerpunktthema „Optische Multiplextechniken“ wird im Februar 2014 in Berlin stattfinden.

**CHRISTIAN SCHÄFFER UND  
STEFAN SCHWARZ**

HFT HSU Hamburg

## Call for Papers

### 05.06.2013, Hochschule für Telekommunikation in Leipzig (HfTL)

#### 3. ITG-Workshop Usability „eBooks“

Der ITG-Fachbereich 2 Dienste und Anwendungen hat sich mit diesem Workshop zum Ziel gesetzt, mit Interessierten und Experten Aspekte zur benutzerfreundlichen Gestaltung von elektronischen Büchern und Anforderungen an eReader darzustellen und zu diskutieren. Den Schwerpunkt der Betrachtungen zu eBooks bzw. enhanced eBooks bilden die Anwendungsfelder Forschung, Hochschulen, Schulen und Weiterbildung.

Zu folgenden Themen werden Beiträge erbeten (Ergänzungen sind erwünscht):

- Technologien: eReader, ePaper, Nutzerfreundlichkeit, Dateiformate
- Plattformen: Android, Microsoft, Apple
- Anwendungen: Telekom-Anwendungen, Schulbuch-Verlage, Fachbuch-Verlage
- Nutzerverhalten/Szenarien

Termine: Einreichungen und Vortragsanmeldungen bis zum 20.04.;

Kontakt: Prof. Dr. Brigitte Obst, Tel. 0341 3062 226, obst@hft-leipzig.de  
// [www.vde.com/itg](http://www.vde.com/itg)

### 28. – 30.08.2013, Chemnitz

#### 19th EUNICE Workshop on Advances in Communication Networking (EUNICE 2013)

The aim of the annual EUNICE conference is to provide a forum that brings together young researchers and scientists from Europe and neighbouring regions to meet and exchange ideas and recent works on communication networks modelling and analysis.

The TPC of the EUNICE 2013 is asking for submissions of full papers containing original work and poster presentations of ongoing work. Topics of interest include but are not limited to: Network Architectures, Advanced Networking Concepts, Modeling, Network Planning, Network Operation, Techno-Economic Issues, Results from Testbeds, Experimental Research, Measurements, Simulations, Case Studies, Network Security, Applications, Radio Access, Protocols, Application of ICT in Control Systems, Smart Grids, Smart Home, Healthcare, Transportation. Please submit full papers containing original work.

Paper submission deadline: 1. May, Acceptance notifications: 15. June, Camera ready papers due: 28. June. Contact: [eunice@etit.tu-chemnitz.de](mailto:eunice@etit.tu-chemnitz.de)  
// [www.tu-chemnitz.de/etit/kn/eunice2013](http://www.tu-chemnitz.de/etit/kn/eunice2013) und [/www.eunice2013.de](http://www.eunice2013.de)

### 08. – 11.09.2013, Berlin

#### 3rd International Conference on Consumer Electronics (ICCE-Berlin 2013)

IEEE 2013 ICCE-Berlin is asking you for submissions of technical papers for oral and poster presentations. All accepted and presented papers will be published by the IEEE and will be available on IEEE Xplore. Student papers are particularly encouraged.

The conference focuses especially on ambient assisted living and home healthcare aspects in consumer electronics. It includes but is not limited to the following technical areas: Audio and Video Technology, Entertainment and Games, Car Electronics, Consumer Networks, RF & Wireless, Human-Device Interaction, Medical Electronics and Healthcare, Energy Harvesting and Efficiency, Product Safety Engineering. Important Dates: Abstract Submission Deadline: 14.04, Notification of Acceptance: 12.05., Final Paper Submission Deadline: 16.06.

// [www.icce-berlin.org](http://www.icce-berlin.org)

### 08. – 12.09.2013, Dresden

#### 21st European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD 2013)

The 21st European Conference on Circuit Theory and Design will consist of plenary lectures, regular, special and poster sessions. It will focus on recent trends and advances in circuit design, including but not limited to Devices, Computational Methods, Nanoscale Devices & Circuits, Circuits, Mathematical Methods, Communication Circuits, Systems, Signals, euromorphic & Biomedical Circuits.

Conference proceedings will be available at the conference on USB flash drive and will be listed on IEEE Xplore. Contact and Further Information Michele Lempke, TU Dresden, [office@ecctd2013.org](mailto:office@ecctd2013.org)

// [ECCTD2013.org](http://ECCTD2013.org)

### 09. – 11.09.2013, Erlangen

#### 8th International Workshop on Multidimensional (nD) Systems (nDS13)

Schwerpunkte sind System- und Signaltheorie, Regelungstechnik und Signalverarbeitung.

Termine: Einreichen von Beiträgen bis zum 28.04., Vorschläge für Sondersitzungen bis zum 28.04., Benachrichtigung über die Annahme bis zum 27.05., Druckfertige Fassung der Beiträge bis zum 30.06. Die Tagungsbeiträge erscheinen im VDE Verlag und bei IEEE Xplore.

// [www.lnt.de/nds13](http://www.lnt.de/nds13)

### 24. – 26.09.2013, Dresden

#### 7. ITG/GI/GMM-Fachtagung Zuverlässigkeit und Entwurf (ZuE 2013)

Beiträge aus Wissenschaft und industrieller Praxis können eingereicht werden zu den Themenfeldern Entwurfsmethodik (Robuster Entwurf und Fertigungsschwankungen, Fehlertoleranz und Zuverlässigkeit, Synthesis for Reliability and Yield, Heterogene Multi-Domain Systeme, Methoden für die Systemintegration, PCB-, Gehäuse- und IC-Co-Entwurf, Verifikation und Korrektheit eingebetteter Systeme, Rekonfiguration, Test komplexer und heterogener Systeme, Neue Bauelemente und Technologien) und Eingebettete Systeme (Systemzuverlässigkeit beim Hardware/Software Co-Entwurf, Verfügbarkeitsgarantien bei Degradation, Architekturen für Mehrprozessorsysteme, Verteilte dezentrale Systeme, Analoge Schaltungstechniken für neue Technologien, Softwareverifikation, Produktevolution und -variationen).

Termine: Einreichung der Beiträge bis zum 20.04., Benachrichtigung der Autoren bis zum 30.06., Abgabe der endgültigen Fassung bis zum 22.08.

// [www.ZuE2013.de](http://www.ZuE2013.de)

### 21. – 22.11.2013, Boppard

#### Fachtagung Echtzeit 2013

Das diesjährige Leitthema ist Funktionale Sicherheit. Vorträge über Methoden, praktischen Einsatz, Erfahrungen und Ausblicke werden erbeten zu Sensornetze, Betriebssysteme und Middleware, Mehrkernprogrammierung, Mobile Systeme, Engineering, Modellbildung und Simulation, Aktuelle Anwendungen und Ausbildung. Besonders erwünscht sind aus studentischen Abschlussarbeiten entstandene Beiträge, von denen die drei besten mit Preisen ausgezeichnet werden.

Termine: Vortragsanmeldungen in Form erweiterter Kurzfassungen sind einzureichen bis zum 22. April an [tagung@real-time.de](mailto:tagung@real-time.de).

// [www.real-time.de/EZ13\\_CfP.pdf](http://www.real-time.de/EZ13_CfP.pdf)

## Veranstaltungen

Hinweis: Andere interessante Veranstaltungen sind auf den Seiten 46 und 47 des VDE dialog angekündigt.

08.–09.04.2013, Essen

7. Essener Workshop „Neue Herausforderungen in der Netzsicherheit“  
ITG FG 5.2.2, ITG FA 6.4  
// [wiki.uni-due.de/TdR](http://wiki.uni-due.de/TdR)

15.–18.04.2013, Guildford (UK)  
19th European Wireless Conference (EW2013)

ITG, CCSR, University of Surrey  
// [www.ew2013.org](http://www.ew2013.org)

06.–07.05.2013, Leipzig

14. ITG-Fachtagung Photonische Netze 2013  
ITG FA 5.3  
// [www.vde.com/Photonische-Netze2013](http://www.vde.com/Photonische-Netze2013)

13.–14.05.2013, Freising  
Fachtagung Wafer Level Reliability (fWLR), Zuverlässigkeits-Simulation & Qualifikation  
ITG FG 8.5.6

// [www-stud.uni-due.de/~sfanaall/index.html](http://www-stud.uni-due.de/~sfanaall/index.html)

14.–16.05.2013, Dresden  
edaWorkshop12

ITG, GMM, GI, CATRENE DTC  
// [www.edacentrum.de/edaworkshop](http://www.edacentrum.de/edaworkshop)

15.–16.05.2013, Osnabrück

18. ITG-Fachtagung Mobilkommunikation  
TG FB 5, BV Osnabrück, FH Osnabrück

// [www.mobilkomtagung.de/fachtagungmobilkommunikation.html](http://www.mobilkomtagung.de/fachtagungmobilkommunikation.html)

31.05.2013, Gent (Belgien)  
5th International IEEE Workshop on Open NGN and IMS Testbeds (ONIT 2013). Title: „Hot topics in Fixed and Mobile Next Generation Network Evolution“.

IFIP, IEEE IM 2013, ITG  
// [www.onit-ws.org/2013](http://www.onit-ws.org/2013)

05.06.2013, Hochschule für Telekommunikation in Leipzig (HfTL)

3. ITG-Workshop Usability „eBooks“  
ITG FB 2  
// [www.vde.com/itg](http://www.vde.com/itg)

11.–12.06.2013, Nürnberg  
Smart Systech 2013

ITG  
// [www.smart-systech.eu](http://www.smart-systech.eu)

19.–21.06.2013, Dresden  
International Radar Symposium (IRS 2013)

TUHH, DGON, ITG  
// [www.irs-2013.de](http://www.irs-2013.de)

27.–30.08.2013, Ilmenau  
10th International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS 2013)

ITG  
// [www.iswcs2013.org](http://www.iswcs2013.org)

28.–30.08.2013, Chemnitz  
19th EUNICE Workshop on Advances in Communication Networking (EUNICE 2013)

ITG, TU Chemnitz  
// [www.tu-chemnitz.de/etit/kn/eunice2013](http://www.tu-chemnitz.de/etit/kn/eunice2013) und [/www.eunice2013.de](http://www.eunice2013.de)

05.–06.09.2013, Hamburg  
7. GI/ITG-Workshop MMBnet 2013: Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen

GI/ITG FA 6.5  
// [www.informatik.uni-hamburg.de/TKRN/MMBnet](http://www.informatik.uni-hamburg.de/TKRN/MMBnet)

08.–11.09.2013, Berlin  
3rd IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE-Berlin 2013)

IEEE CESociety, German Chapter  
IEEE CE, ITG  
// [www.icce-berlin.org](http://www.icce-berlin.org)

08.–12.09.2013, Dresden  
21st European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD 2013)

IEEE CAS, TU Dresden, ITG  
// [ECCTD2013.org](http://ECCTD2013.org)

09.–11.09.2013, Erlangen  
8th International Workshop on Multi-dimensional (nD) Systems (nDS13)!

FAU, ITG, IEEE  
// [www.lnt.de/nds13](http://www.lnt.de/nds13)

17.–19.09.2013, Bonn  
2nd Int. Workshop on Compressive Sensing applied to Radar (CoSeRa 2013)

Fraunhofer FHR, Uni Bonn, ITG FB 7  
// [workshops.fhr.fraunhofer.de/cosera](http://workshops.fhr.fraunhofer.de/cosera)

20.09.2013, Osnabrück  
Zukunft der Netze 2013  
ITG FA 5.2

// [www.vde.com/zdn2013](http://www.vde.com/zdn2013)

22.–26.09.2013, London (UK)  
39th European Conference on Optical Communication (ECOC 2013)

EUREL  
// [www.ecoc2013.org](http://www.ecoc2013.org)

24.–26.09.2013, Dresden  
7. ITG/GI/GMM-Fachtagung Zuverlässigkeit und Entwurf (ZuE 2013)

ITG, GMM, GI  
[www.ZuE2013.de](http://www.ZuE2013.de)

6.–11.10.2013, Nürnberg  
43rd European Microwave Week  
EuMA, ITG, IEEE

// [www.eumweek.com](http://www.eumweek.com)

13.–17.10.2013, Hamburg  
Intelec 2013

// [www.intelec2013.org](http://www.intelec2013.org)

21.–22.11.2013, Boppard  
Fachtagung Echtzeit 2013  
ITG FA 6.2

// [www.real-time.de/EZ13\\_CfP.pdf](http://www.real-time.de/EZ13_CfP.pdf)

10.–11.12.2013, Köln  
20. ITG-Fachtagung Kommunikationskabelnetze  
ITG FA 5.4

// [www.vde.com/itg](http://www.vde.com/itg)

## Impressum

### ITG-news

Herausgeber: Informationstechnische Gesellschaft im VDE, Frankfurt am Main

Redaktion: Dr. Volker Schanz,  
Christina Gaußmann

Telefon: 069/6308-360/-362

E-Mail: [itg@vde.com](mailto:itg@vde.com)

Internet: [www.vde.com/itg](http://www.vde.com/itg)

Konzept und Realisation: HEALTH-CARE-COM GmbH, ein Unternehmen des VDE Verlags GmbH, Hans-Peter Bröckerhoff, Christian Sälzer, Martin Wolczyk

Druck: Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin