

Auf gute Zusammenarbeit

Die Wahlen zum ITG-Vorstand für die Jahre 2015–2017 sind abgeschlossen. Als neuer Vorsitzender der ITG möchte ich mich sehr herzlich für das entgegengebrachte Vertrauen bedanken. Alle Mitglieder des frisch gewählten Vorstandsteams werden in der Rubrik Personalien vorgestellt. Wir freuen uns gemeinsam auf eine gute Zusammenarbeit und die Chance, die Geschicke unserer Gesellschaft in den nächsten Jahren mitgestalten zu dürfen. Unser besonderer Dank geht an die ausgeschiedenen Mitglieder des bisherigen Vorstands, insbesondere an den bisherigen Vorsitzenden Prof. Dr.-Ing. Ingo Wolff. Er hat mit unermüdlichem Einsatz Neues geschaffen und die Rolle der ITG in der Politik gestärkt.

Die ITG präsentiert sich, 60 Jahre nach ihrer Gründung, als lebendige

Die ITG präsentiert sich, 60 Jahre nach ihrer Gründung, als lebendige Fachgesellschaft.

Fachgesellschaft mit mehr als 10.000 Mitgliedern und einer Vielzahl von Aktivitäten. Neben Fachveranstaltungen und Tagungen, über die laufend in den ITG-news berichtet wird, gehört dazu auch die Verleihung der ITG-Preise. Diese fand im November 2014 in Berlin im Rahmen der Festveranstaltung zum 60. Geburtstag der ITG statt. Die

Tradition der Preisverleihungen in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften wird auch in diesem Jahr fortgesetzt. Bitte beachten Sie hierzu den Aufruf zu Bewerbungen auf Seite 32.

Bereits jetzt laden wir Sie sehr herzlich zur festlichen Preisverleihung am Abend des 4. November 2015 ein.

Die Informations- und Kommunikationstechnik entwickelt sich weiterhin mit rasanter Geschwindigkeit. In



dieser Ausgabe der ITG-news werden wichtige Aspekte der zukünftigen Entwicklung von Kommunikationsnetzwerken aufgegriffen – Network Function Virtualization und Software Defined Networking.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.

PROF. DR.-ING. RÜDIGER KAYS

ITG-Vorsitzender

FRAGENKATALOG TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

Bitte um Unterstützung

Liebe ITG-Mitglieder, zur Unterstützung einer geplanten mehrteiligen Studie bittet die ITG um Ihre Unterstützung, wenn Sie entweder Mitglied oder direkter Kunde der Halbleiterindustrie sind. Der erste Teil der Studie soll grundsätzlich einen Überblick darüber verschaffen, wie die Halbleiterindustrie aus Sicht der VDE-Mitglieder „bekannt“ vorgeht oder wie

„die Erwartungshaltung/Annahme“ darüber ist, wie vorgegangen wird.

Um den erhofften Benefit für die Community zu bringen, sind wir auf eine ausreichende Teilnahme auch von Ihnen angewiesen und hoffen auf Ihre Unterstützung.

// www.vde.com/itg
(Teilnahmeschluss: 5. März 2015)

Inhalt

Meldungen	02
Thema	
Network Functions Virtualization & Software Defined Networking	10
Mobilfunknetze	25
Bericht	26
Aus den Fachgremien	28
Personalien	29
Termine	32

11. ITG-FACHTAGUNG SPRACHKOMMUNIKATION 2014

Zurück in die Zukunft der digitalen Sprachkommunikation

Vom 24. bis 26. September 2014 fand in Erlangen die ITG-Fachtagung Sprachkommunikation statt.

Auf der 11. ITG-Fachtagung Sprachkommunikation stellten Fachleute aus Wissenschaft und Industrie den über 100 Teilnehmern in 65 Beiträgen aktuelle Forschungsergebnisse und Entwicklungen auf dem Gebiet der Sprachsignalverarbeitung vor. Veranstaltet wurde die Tagung vom Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg unter der Leitung von Prof. Walter Kellermann und Co-Chair Prof. Reinhold Häb-Umbach.

Neben den strukturierten Vortrags- und Poster-Sitzungen zu den Themen robuste Spracherkennung, Freisprechkommunikation, Sprachdialogsysteme und Sprachverständlichkeit, Sprach- und Audiosignalverarbeitung für Fahrzeuge, Sprachverbesserung und Codierung, Qualitätsbeurteilung von Sprach- und Audiosignalen, akustische Sensornetzwerke sowie ausgewählten Themen der Sprachsignal-



Teilnehmer der 11. ITG-Fachtagung Sprachkommunikation an der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg

verarbeitung gab es erstmals auch eine eigene Sitzung für Vorführungen mit insgesamt 13 Beiträgen. In dieser zeigten Hochschulen und Firmen anhand von Demonstratoren die praktische Umsetzung neuester Algorithmen zur Sprach- und Audiosignalverarbeitung.

Finanziell und logistisch unterstützt wurde die diesjährige Fachtagung durch die Firmen Elektrobit, Siemens, Nuance, Fraunhofer IIS und Opticom. Wie üblich fanden im Rahmen dieser Fachtagung auch die Sitzungen der ITG-Fachausschüsse 4.3 „Sprachakustik“ und 4.4 „Sprachverarbeitung“ statt.

Höhepunkte der Fachtagung waren auch diesmal wieder die eingeladenen Übersichtsvorträge.

Prof. Peter Vary von der RWTH Aachen nahm die Zuhörer in seinem Vortrag „Back to the Future of Digital Speech Communications“ mit auf eine „Zeitreise“, in der er die Entwicklungen auf dem Gebiet der digitalen Sprachsignalverbesserung und Codierung in den vergangenen Jahrzehnten Revue passieren ließ und damit auch die Trends für die absehbare Zukunft aufzeigte.

Dr. Ken Sugiyama von den NEC Information and Media Processing Labs (Japan) wurde als IEEE Distinguished Lecturer eingeladen. In

seinem Vortrag „Phase: Unexplored Wilderness in Signal Enhancement“ zeigte er neue Wege auf, um spektrale Phaseninformationen zur Verbesserung akustisch gestörter Sprachsignale auszunutzen.

Dr. Ralf Schlüter von der RWTH Aachen gab in seinem Vortrag „Automatic Speech Recognition Using Neural Networks“ einen Überblick über die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet der automatischen Spracherkennung.

Die Abendveranstaltung fand nach einer Führung im DB Museum Nürnberg inmitten historischer Lokomotiven statt und wurde durch einen Auftritt des Mentalmagiers Christoph Kuch (über dessen „wissenschaftliche Erklärung“ noch lange diskutiert wurde) abgerundet.

Zum Abschluss der Tagung wurde Maja Taseska von den Fraunhofer Audio Labs mit dem Best-Student-Paper Award ausgezeichnet und Prof. Häb-Umbach lud alle Teilnehmer zur ITG-Fachtagung Sprachkommunikation 2016 nach Paderborn ein.

Weitere Informationen finden Sie auf <http://lms.lnt.de/itgspeech2014/>.

PROF. DR.-ING. WALTER KELLERMANN
DR.-ING. HEINRICH LÖLLMANN

Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung, FAU Erlangen-Nürnberg



Prof. Peter Vary bei seinem Übersichtsvortrag im Rahmen der ITG-Fachtagung Sprachkommunikation

„Zukunft der Netze“ zu Gast in Braunschweig

Am 25. und 26. September 2014 fand am Institut für Nachrichtentechnik der TU Braunschweig die 13. Fachtagung des ITG-Fachausschusses 5.2 „Kommunikationsnetze und -systeme“ statt, die in diesem Jahr gemeinsam mit dem Interim Workshop des EU-Projektes FP7-ICT-SEMAFOUR („Self-Management for Unified Heterogeneous Radio Access Networks“) organisiert wurde.

Schwerpunkt der Vorträge waren Self-Organising Networks (SON) und Software Defined Networking (SDN). Experten aus Industrie und Hochschulen berichteten über aktuelle Forschungstrends im Bereich der Kommunikationsnetze und -systeme.

Das Motto des ersten Tages war „SON for Future Networks“ und stand ganz im Zeichen der Präsentation der in den ersten zwei Jahren erzielten Zwischenergebnisse des SEMAFOUR-Projekts. Nach einer Einführung von SEMAFOUR-Projektleiter Colin Willcock von Nokia konnten die Teilnehmer im Rahmen einer multimedial gestalteten Vorstellung des in SEMAFOUR entstandenen Demonstrators einen ersten Eindruck über den bisher erreichten Stand des Projekts gewinnen. Es folgten fünf weitere Vorträge zu den verschiedensten Aspekten, die im Projekt bearbeitet werden. Eine Präsentation des Projekts CELTIC-SHARING durch Berna Sayrac, Orange Labs, ein eingeladener Vortrag von Prof. Wietfeld mit dem Thema „LTE for Cyber Physical Systems“ sowie ein ebenfalls von Colin Willcock präsentierter Überblick über die 5GPPP-Aktivitäten schlossen die Vorträge des ersten Tages ab. Ein Panel zum Thema „SON for Future Networks“ mit den Rednern der zuletzt genannten drei Vorträge kam zu

dem Schluss, dass SON ein ganz wesentlicher Bestandteil der 5. Generation der Mobilfunksysteme sein und darüber hinaus mehr umfassen wird als nur das Funkzugangnetz. Das Panel war sich einig, dass auch beispielsweise SDN einbezogen werden muss.

Am zweiten Tag der Tagung standen aktuelle Entwicklungen im Bereich SDN sowie die Berührungspunkte und Synergien zwischen SON und SDN im Vordergrund. Die Vorträge aus Industrie und Wissenschaft wurden eingeleitet durch eine Keynote zum Thema „Network Virtualization and Cloud – Automation and Flow Control“ von Christoph Meyer, Ericsson. Der Vortrag zeigte überzeugend auf, welches Potenzial SDN für zukünftige Netze bietet und wie sich SON-Konzepte in SDN-basierte Netze integrieren lassen. Nach einer Vorstellung der Höhepunkte des SEMAFOUR-Projekts folgten spannende Sitzungen zu ersten Praxiserfahrungen bei der Umsetzung von SDN-Konzepten und zum Einsatz von SDN & SON in Mobilfunknetzen. In einem abschließenden Panel diskutierten Vertreter von Netzbetreibern und Herstellern durchaus



Besucher am Demonstrator des SEMAFOUR-Projekts

kontrovers unter dem Leitthema der Konferenz „SDN and SON: Friends or Foes?“. Am Ende stand die Erkenntnis, dass es sehr aufschlussreich war, zwei bisher eher disjunkt behandelte Technologien in einen Gesamtkontext zu stellen und dass das Zusammenwachsen von SDN und SON noch viel Raum für zukünftige Forschung und Entwicklung lässt. Ergänzt wurde die Vortragsveranstaltung durch eine Ausstellung, in der den 70 Teilnehmern der Tagung die Ergebnisse des SEMAFOUR-Projekts in Form von Postern und einem Demonstrator vorgestellt wurden.

Die Konferenz schloss mit einem herzlichen Dank an die hervorragende lokale Organisation und einem kurzen Ausblick auf die nächste „Zukunft der Netze“-Tagung am 24./25. September 2015 an der Universität Tübingen.

Die Präsentationen der Veranstaltung sind verfügbar unter: www.vde-itg-kommunikationsnetze.de/veranstaltungen/zukunft-der-netze-2014.html

PROF. DR.-ING. THOMAS KÜRNER

Institut für Nachrichtentechnik, TU Braunschweig

DR.-ING. JOACHIM SACHS

Ericsson Research, Wireless Access Networks, Aachen

PROF. DR.-ING. CHRISTIAN WIETFELD

Lehrstuhl für Kommunikationsnetze, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, TU Dortmund



Volle Ränge im Hörsaal der Technischen Universität Braunschweig

Erfolgreiches Veranstaltungsformat

Am 13. und 14. Oktober 2014 wurde „The 4th ITG International Vacuum Electronics Workshop 2014“ im Physikzentrum Bad Honnef erfolgreich durchgeführt.



Der ITG-Fachausschuss 8.6 „Vakuumelektronik und Displays“/Arbeitsgruppe Vakuumelektronik während der 124. FA-Sitzung am Vortag und in Vorbereitung von „The 4th ITG International Vacuum Electronics Workshop 2014“ im Physikzentrum Bad Honnef (von links): Karl-Ludwig Hoene, Andreas Lawall, Dietmar Gentsch, Ernst Bosch, Manfred Thumm, Peter Treytl, Hans W.P. Koops, Günter Kornfeld, Wolfram Knapp (Sprecher des ITG-FA 8.6), Jens Fürst, Volker Hinrichsen, Gösta Mattausch

Der Workshop „ITG International Vacuum Electronics Workshop“ wird vom ITG-Fachausschuss 8.6 „Vakuumelektronik und Displays“ des VDE organisiert. Mit den organisatorischen und fachlichen Vorbereitungen wurde in der 122. FA-Sitzung, die an der Universität Stuttgart/Institut für Großflächige Mikroelektronik (IGM) stattfand, etwa ein Jahr vorher begonnen. Die fachliche Vorbereitung war mit der Erarbeitung und Verteilung des „Call for Papers“ jedoch nicht abgeschlossen. Danach wurden in erster Linie von den Mitgliedern des Fachausschusses hochwertige Vorträge in den verschiedenen Fachkollegenkreisen der Vakuumelektronik akquiriert und alle Vortragseinreichungen im Sommer 2014 begutachtet.

Das Programm und alle 29 Vortragsskizzen des Workshops, an dem 44 Expertinnen und Experten teilgenommen haben, sind verfügbar unter: http://www.ihe.kit.edu/kooperationen_itg.php.

In sieben Sessions mit jeweils vier oder fünf Vorträgen wurden Übersichten zum Stand der Technik bzw. neuste Forschungsergebnisse zu den Fachgebieten der Vakuumelektronik vorgestellt:

- Vacuum Measurements and Vacuum Electronics in Plasma Applications
- Field Emission Cathodes and Applications
- X-Ray Tubes and Gyrotrons (I)
- Gyrotrons (II)
- Vacuum Interrupters and Pulsed Power Switching
- Fundamentals in Vacuum Electronics, HEMP Thrusters and Klystrons
- Traveling Wave Tubes (TWTs)

Aktuelle Forschungsergebnisse

Der Workshop bietet vor allem jungen Nachwuchswissenschaftlern die Gelegenheit, vor einem überschaubaren Fachgremium ihre neusten Forschungsergebnisse in Englisch vorzutragen und sich somit auf ihre internationale wissenschaftliche Konferenztätigkeit vorzubereiten. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Entwicklungen der Gyrotrons am KIT in Karlsruhe, die traditionell einen wichtigen inhaltlichen Schwerpunkt des Workshops bilden. Die von Prof. Manfred Thumm am IHM des KIT aufgebaute und entwickelte Gyrot-

ron-Forschung, werden von seinem Nachfolger Prof. John Jelonnek weitergeführt. Er hat nach dem Workshop folgende kurze Einschätzung gegeben:

Im engen Verbund mit deutschen und europäischen Forschungseinrichtungen und zusammen mit Thales Electron Devices, Vélizy-Villacoublay, Frankreich, erforscht und entwickelt das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Hochleistungselektronenröhren (Gyrotrons) für die Kernfusion. Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf Röhren für die Elektron-Zyklotron-Resonanzheizung für Wendelstein 7-X, der weltgrößten Fusionsanlage vom Typ Stellarator, die in Greifswald vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) gebaut wird und im Jahr 2015 in Betrieb gehen soll. Weitere Schwerpunkte sind die Entwicklung von Röhren für den Internationalen Thermonuklearen Experimentellen Reaktor (ITER), Cadarache, Frankreich sowie die Erforschung von Technologien für Gyrotrons, welche die weiter gestiegenen Anforderungen für ein mögliches zukünftiges „DEMOstration Power Plant (DEMO)“ erfüllen.

Mit DEMO, das zum Ende der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts

Wirklichkeit werden könnte, soll die Funktionsfähigkeit von zukünftigen kommerziellen Fusionskraftwerken gezeigt werden. Das KIT leistet damit einen wichtigen Beitrag im Rahmen des europäischen Konsortiums EURO-FUSION, das sich einem gemeinsamen Forschungsprogramm, der europäischen „roadmap to the realisation of fusion energy“ widmet.

In insgesamt sechs Workshop-Beiträgen wurde über den aktuellen Stand der Gyrotronforschung berichtet, wobei im ersten Vortrag von Prof. Jelonnek eine Übersicht über die Entwicklungsstände und die zukünftigen Planungen für die verschiedenen Forschungsprojekte, insbesondere im Rahmen von EUROFUSION, präsentiert wurde.

In den beiden darauffolgenden Beiträgen wurde auf mögliche physikalische Designs von Gyrotrons mit schrittweise einstellbarer Betriebsfrequenz für DEMO eingegangen. Anforderungen an die Gyrotrons sind eine Ausgangsleistung von mindestens 1 MW im Dauerstrichbetrieb und eine Betriebsfrequenz von 240 GHz. Anhand von theoretischen Studien wurde gezeigt, dass die gesetzten Anforderungen an zukünftige Gyrotrons für DEMO prinzipiell erfüllt werden können.

In zwei weiteren Vorträgen wurden Ansätze für neue Technologien zu den Schlüsselkomponenten „Elektronenstrahlerzeuger (MIG)“ und „Kollektor mit mehrstufiger Energierückgewinnung (MSDC)“ gezeigt. Ziele dieser Arbeiten sind die Entwicklung



Die Workshop-Teilnehmer des „4th ITG International Vacuum Electronics Workshop 2014“ am 13. Oktober 2014 vor dem Physikzentrum Bad Honnef

kompakter Elektronenstrahlerzeuger mit hoher Strahlgüte und die Erzielung von hohen Gesamtwirkungsgraden über 60 Prozent. Diesem Ziel dient ebenfalls die gezeigte theoretische Arbeit zum Thema Unterdrückung von Sekundärelektronenemissionen bei Elektronenstrahlerzeugern für Gyrotrons.

Fazit zur Veranstaltungsreihe

Mit der erfolgreichen Durchführung des 4. Workshops ist aus Sicht des ITG-FA 8.6 ein erstes Fazit zur Veranstaltungsreihe möglich. Die Fachgruppe „Vakuumelektronik“ veranstaltet seit 2008 im Zweijahresrhythmus den „ITG International Vacuum Electronics Workshop“ im Physikzentrum Bad Honnef. Der vierte Workshop zeigt anhand der Vortrags- und Teilnehmerzahlen (s. Abb. links unten), dass die Veranstaltungsreihe angenommen wurde und sich etabliert hat. Die Veranstaltungsreihe setzt damit die Tradition der „Garmischer Konferenzen“ des Fachausschusses 8.6 fort, die erstmalig 1977 von Hinrich Heynisch organi-

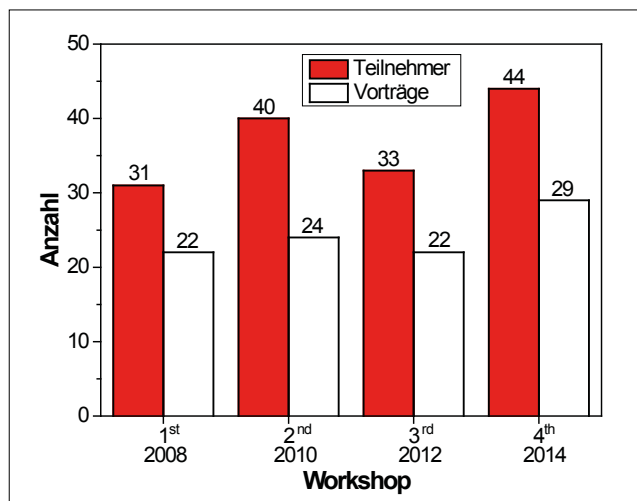
siert wurde und im regelmäßigen Abstand von drei Jahren bis 2004 insgesamt zehn Mal erfolgreich in Garmisch-Partenkirchen stattgefunden hat, damals noch gemeinsam mit der Fachgruppe „Displays“ organisiert. Die Entscheidung, eine eigenständige Veranstaltungsreihe der Vakuumelektronik zu kreieren, war notwendig und richtig. Der Workshop-Charakter scheint für die geringe Anzahl von Fachexperten der Vakuumelektronik besonders angemessen und erfolgreich.

Weitere Informationen zu vorhergehenden Workshops und der Arbeit des ITG-Fachausschusses 8.6 sind unter der zuvor angegebenen Internet-Adresse und in den ITG-news (ntz Heft 2/2011, S. 42-44 und Heft 1/2013, S. 15) zu finden. Bei Interesse an einzelnen Workshop-Beiträgen können die Vortragspräsentationen direkt bei mir angefordert werden: wolfram.knapp@ovgu.de.

Ich möchte die Gelegenheit nutzen, mich auch auf diesem Wege bei allen Mitgliedern und aktiven Gästen des ITG-Fachausschusses 8.6 für die hervorragende Fach- und Vereinsarbeit der letzten Jahre, insbesondere im Zusammenhang mit der Vorbereitung und Durchführung des „4th International Vacuum Electronics Workshop 2014“, zu bedanken.

DR.-ING. WOLFRAM KNAPP

Sprecher des ITG-Fachausschusses 8.6 „Vakuumelektronik und Displays“



Statistik des ITG International Vacuum Electronics Workshop seit 2008

EXPERTEN-WORKSHOP DIGITALE MEDIEN IN LEHRE UND FORSCHUNG

Einsatz und Potenziale digitaler Medien

Am 21. November 2014 haben sich Experten im Rahmen eines Workshops des ITG-Fachbereichs 2 über Erfahrungen und Projekte im Bereich digitale Medien in Lehre und Forschung ausgetauscht.



Expertenaustausch beim Workshop des ITG-Fachbereichs 2 im VDE-Haus in Frankfurt am Main

Digitale Medien, Bücher, Filme, Fotos, Datensammlungen etc. bestimmen in steigendem Maß unseren Alltag. Sie haben vor allem einen Einfluss auf die Ausbildung junger Menschen, die mit den digitalen Angeboten viel selbstverständlicher umgehen, als es ihre Eltern gewohnt waren. Der Fachbereich 2 der ITG hat am 21. November 2014 im VDE-Haus Experten aus dem Bereich der Lehre zusammengebracht. Sie haben von ihren Erfahrungen und durchgeführten Projekten berichtet und intensiv diskutiert, welche Anforderungen an die Verantwortlichen im Bildungsbereich zu stellen sind. Sehr schnell hat es sich gezeigt, dass die Technik einen wesentlichen Beitrag dazu liefern kann, die neue Leistungsfähigkeit der Medien sinnvoll einzusetzen, dass aber die organisatorischen und strukturellen Fragen entscheidend sind.

Dr. Alexander Tillmann, studium-digitale der Goethe-Universität in Frankfurt, zeigte erste Ergebnisse eines Projekts an Grundschulen in Hessen. In mehreren Klassen der Jah-

gänge 2 bis 5 wurden die Schüler mit Tablet-Computern ausgestattet. Eine wichtige Voraussetzung der Durchführung eines Projekts an den Schulen war, dass die Lehrer, die sich mit ihren Klassen beworben hatten, einen Konzeptvorschlag einreichten, in dem sie den Einsatz der Systeme beschrieben. Damit wurde erreicht, dass die Schüler vorbereitet und mit einer mit dem Lehrpersonal abgestimmten Vorgehensweise in das Projekt gingen. Die notwendige Anpassung an die Curricula wurde hier von den Lehrkräften übernommen. Die Erfahrungen des ersten von drei Projektjahren lassen eine hohe Motivation und Einsatzbereitschaft bei Schülern und Lehrern erkennen. Die begleitende, intensive Befragung der Beteiligten wird fortgesetzt.

Dr. phil. Jörg Neumann, TU Dresden, stellte die Frage, ob die digitalen Medien in ausreichendem Maß in die Lehrerbildung eingeflossen sind. Die Wirtschaft nutzt selbstverständlich die technischen Möglichkeiten, die zum Beispiel das Internet bietet,

und setzt entsprechende Kenntnisse und Fertigkeiten voraus. Aber müssen nicht zuerst die Lehrer diese Technologien aufgreifen, kennenlernen und beherrschen, bevor man diese Fertigkeiten von den Schülern erwarten kann? Die Untersuchungen der TU Dresden zeigen, dass die digitalen Medien weder im Studium noch im Referendariat einen adäquaten Platz einnehmen. Ein Vergleich mit der Situation in ausgesuchten Ländern in Asien zeigen, dass dort die Bereitschaft, sich mit dem Neuen auseinanderzusetzen, wesentlich höher ist. Ein möglicher Grund ist das um circa zehn Jahre höhere durchschnittliche Alter der Lehrkräfte in Deutschland gegenüber China. Daraus ergibt sich die Forderung, digitale Medien integrativ in die Lehrerbildung einzu beziehen. Die Nutzung moderner Kommunikationstechniken muss für Lehrkräfte selbstverständlich sein.

Prof. Dr. Jürgen Handke, Philipps-Universität Marburg, ging sogar noch einen Schritt weiter. Er stellte fest, dass die „Hochschullehre krank ist“. Sie ist

im Gegensatz zu ihrem Umfeld in alt-hergebrachten Strukturen stecken geblieben. Die Nutzung der digitalen Medien findet in den Hochschulen fast nicht statt. Er selber geht mit gutem Beispiel voran und hat viele seiner linguistischen Vorlesungen auf das Lernen im Netz abgestimmt. Er ist damit flexibler und hat eine größere Reichweite zugunsten seiner Studierenden.

Als Pilotprojekt zeigt das sogenannte MOOC@TU9, wie sich Hochschulen untereinander über Online-Lehre vernetzen und gemeinsam Lehrveranstaltungen anbieten können. Obwohl es sich dabei nicht um einen Massive Open Online Course (MOOC) im klassischen Sinn handelt, so konnten die Referenten Gabriel Reimers (TU Berlin) und Andreas Sexauer (KIT) doch zeigen, wie an den beteiligten Hochschulen Expertise sowohl auf technischem als auch auf konzeptionellem Gebiet gesammelt werden konnte. Diese Expertise soll bei zukünftigen gemeinsamen und koordinierten Lehrangeboten der neun Technischen Universitäten genutzt werden.

Dipl.-Phys. Wolfgang Roller, Fraunhofer IOSB, berichtete über das Adaptive Lernmanagementsystem INTUITEL. In diesem Projekt sollen bestehende Lernmanagementsysteme so weit „aufgerüstet“ werden, dass sie sich an die Nutzer und die gegebene Lernsituation anpassen können. Der



Prof. Dr. Jürgen Handke von der Philipps-Universität Marburg während seines Vortrags auf dem Expertenworkshop zum Thema „Digitale Medien in Lehre und Forschung“

Lehrer soll durch die digitalen Medien in die Lage versetzt werden, den Schülern zu helfen, bevor eine „Nachhilfe“ notwendig wird. Dazu müssen sie zunächst selber Kompetenzen aufbauen und, wie auch in den vorhergehenden Beiträgen erläutert, müssen die Ressourcen und Strukturen vorbereitet sein. Ist dies geschehen, ergibt sich ein großes Potenzial an unterstützenden Maßnahmen, die die vorhandenen Lernsysteme aufwerten.

Neue (digitale) Medien im Hessencampus war der Aufhänger für

Frau Dipl.-Volksw. MBA, Claudia Bremer, studiumdigitale, die Lehrenden nach ihren Erfahrungen mit medialen Inhalten, zum Beispiel aus dem Internet, zu befragen. Videos, Webinare, angepasste „Massive Open Online Courses (MOOCS)“ sieht sie als gute Ergänzungen zu den bestehenden Lehrmöglichkeiten. Allein, die Lehrer müssen in die Lage versetzt werden, sie wirklich einzusetzen. Die Unterstützung aus der Bildungshierarchie muss die Strukturen bis hin zu den Curricula aufnehmen und an den realen Bedürfnissen der Lehrenden und der Schüler spiegeln. So hat die durchgeführte Untersuchung u.a. ergeben, dass die Lehrer nach wie vor einen großen Wert auf die Zusammenarbeit mit ihren Kollegen legen, um neue Medien in die Realität umzusetzen.

Die Expertenrunde hat deutlich gemacht, dass neue digitale Medien ein sehr großes Potenzial zur Verbesserung der Bildung darstellen. Aber dies gibt es nicht zum „Nulltarif“ und nicht ohne Anstrengung von allen Beteiligten. Die Lehrenden allein zu lassen, ist eindeutig zu kurz gegriffen. Es bedarf einer angepassten Struktur beim Einsatz der Medien und ausreichender Ressourcen zur Erarbeitung.



Claudia Bremer berichtete über neue digitale Medien im Hessencampus.

DR.-ING. HANS-PETER QUADT

ITG-Fachbereich 2, Digitale Anwendungen

FACHTAGUNG ECHTZEIT 2014

„Industrie 4.0 und Echtzeit“

Die ITG-Fachtagung Echtzeit fand vom 20. bis 21. November 2014 in Boppard statt.

Leitmotiv der diesjährigen Tagung war „Industrie 4.0 und Echtzeit“. Die dazu präsentierten Beiträge beschäftigten sich mit semantischer Integration von Feldgerätedaten bei durchgängiger Fabrikvernetzung, Organisation kollaborativer Fertigung mittels der unterschiedlichen Steuerungen beteiligter Maschinen vernetzender Multiagentensysteme sowie Genauigkeit der zeitlichen Synchronisation verteilter Steuerungen bei automatischer Umkonfiguration flexibler Produktionssysteme. Da die beabsichtigte vollständige Vernetzung zu enormen informationellen Sicherheitsproblemen führt, war ein Beitrag der Übertragungssicherheit in der mobilen Steuerungs- und Überwachungstechnik und ein anderer der Authentisierung und Autorisierung in Logistik und Gesundheitswesen gewidmet.

Um die Erstellung hoch verläSSLicher Software für sicherheitskritische Anwendungen und somit die funktionale Sicherheit programmierbarer elektronischer Systeme zu unterstützen, wurden eine den Sicherheitsanfor-

derungen der Stufe SIL3 gemäß IEC 61508 genügende erweiterte Teilmengen der Echtzeitprogrammiersprache PEARL definiert und in UML formulierte Spezifikationen durch maschinelle Übersetzung in Simulink-Modelle unmittelbar der Simulation zugänglich gemacht.

Als aktuelle Anwendungen wurden ein Sensornetzknoten für Fluoreszenzmessungen sowie eine Geschwindigkeitsregelung beschrieben, mit der das Echtzeitverhalten des Betriebssystems Android in Verbindung mit Drahtlosübertragung zum Einsatz in Automobilen untersucht wird. Es wurden eine modulare Plattform zur echtzeitfähigen Simulation verschiedenster Sensoren in Test- und Entwicklungssystemen für Steuergeräte sowie Ansätze zur zeitlichen Synchronisierung in solchen Umgebungen gemessener Sensorwerte vorgestellt.

Im Rahmen der Tagung wurde Herrn Prof. Dr.-Ing. Wilfried Gerth feierlich die Ehrenmitgliedschaft des Fachausschusses für seine Leistungen auf dem Gebiet der Echtzeitsysteme und bei der Entwicklung der Programmiersprache PEARL verliehen.

PROF. DR. DR. WOLFGANG A. HALANG
Obmann des Fachausschusses „Echtzeitsysteme“



Ehrungen auf der Fachtagung Echtzeit in Boppard

24. DISKUSSIONSSITZUNG TERAHERTZ-FUNKSYSTEME

Innovative Funksysteme: Durchblick dank höchster Frequenzen

Am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik in Freiburg fand am 23. Oktober 2014 der Workshop des ITG-Fachausschusses „Funkssysteme“ zu neuen Entwicklungen der Terahertz-Technologie statt.

Mit reger Beteiligung aus den verschiedenen Arbeitsbereichen kamen am 23. Oktober 2014 Experten aus Industrie und Forschung am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik in Freiburg zusammen, um neue Wege der Terahertz-Technologie zu diskutieren. Denn das Terahertz-Zeitalter verlangt nach neuen Lösungsansätzen: Immer höhere Datenmengen sollen innerhalb kürzester Zeit übertragen werden, immer bessere Genauigkeit und Ortsauflösung werden von moderner Sensorik gefordert. Dies stellt große Herausforderungen an elektronische Systeme: Sie

müssen hochleistungsfähig sein, schnell und präzise arbeiten, dabei aber möglichst klein und kostengünstig in der Herstellung bleiben.

Unter dem Leitthema „Terahertz-Funksysteme: Durchblick mit Höchstfrequenz“ bot die öffentliche Diskussionssitzung des Fachausschusses „Funkssysteme“ daher ein ideales Forum für Diskussionen über die Umsetzung und Anwendung von Funksystemen, über Möglichkeiten zur technischen Realisierung sowie die Marktakzeptanz der neuen Funkdienste. Das breite Spektrum der Vorträge umfasste die folgenden Themen:

- Funksysteme für Sicherheits-, Raumfahrt- und Medizintechnik sowie die Prozessautomatisierung
- Terahertz-Technologien und ihre Anwendungen
- Terahertz-Messtechnik
- Sensorik und Kommunikation
- Zerstörungsfreie Materialprüfung
- Bildgebende Radarsysteme
- Frequenzregulierung und Frequenznutzung
- Kostengünstige Herstellungsverfahren und Kommerzialisierung

Die eintägige Diskussionssitzung, an der rund 70 Personen teilnahmen, gab einen umfassenden Überblick

über die aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu elektronischen wie photonischen Konzepten für Terahertz-Funksysteme. Die Beiträge aus Industrie und Forschung gaben spannende Einblicke in die Bauelemente-Technologie, die Schaltungs- und Systemkonzepte sowie die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten. Neben Vortragenden aus Forschungseinrichtungen, wie den Fraunhofer-Instituten IAF, HHI und FHR, sowie dem Leibniz-Institut IHP, waren verschiedene führende Industrieunternehmen aus dem Bereich der Radar- und Funksysteme vertreten; darunter Rohde & Schwarz GmbH, Bruker Biospin GmbH, RPG Radiometer Physics GmbH sowie die Bundesnetzagentur als zentrale

Regulierungsbehörde. Die lebhaften Diskussionsbeiträge rundeten die Veranstaltung ab und gaben ein vielfältiges Meinungsbild zum Stand der Technik und zukünftiger Entwicklungen.

Der Fachausschuss 7.2 „Funksysteme“ umfasst die Themenfelder Geräte, Systeme und Netze für Richt-, Satelliten-, Mobil- und Rundfunk, Signalverarbeitungsverfahren in Funksystemen sowie Planung und Regulierung von Frequenzbändern. Im Fokus der diesjährigen Tagung standen Chancen



Präsentationen im Rahmen des Workshops im Fraunhofer IAF in Freiburg

und Herausforderungen im Bereich der Terahertz-Funksysteme.

MICHAEL SCHLECHTWEG

Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF, Freiburg

+++ Leserbrief +++

Sehr geehrte Frau Gaußmann, sehr geehrter Herr Dr. Schanz,

der VDE ist ja auch dem E-Handwerk sehr verbunden. Leider wird in den VDE-Publikationen in letzter Zeit wenig darüber berichtet, weil all die „smarte“ Technik und die Industrie 4.0 alles dominieren. Aus Anlass der Funkausstellung ist mir eingefallen, dass der ZVEH dort 1989 mit einem Kongress (u. a. mit Prof. Manfred von Ardenne – einen Monat vor der Wende! – und dem damaligen Bundespostminister Schwarz-Schilling) das 50-jährige Jubiläum des Radio- und Fernstechniker-Handwerks gewürdigt hat. Da dies nun 25 Jahre her ist, habe ich dazu einen Beitrag verfasst in der Hoffnung, dass Sie ihn verwenden können!

75 Jahre Informationstechniker-Handwerk

Als 1939 der „Rundfunkmechaniker“ offiziell als Handwerk anerkannt wurde, hatte der Rundfunk schon einige Jahre eine stürmische Entwicklung hinter sich. Bereits am 29. Oktober 1923 begann der Rundfunk in Deutschland von Berlin aus („Voxhaus“) seinen Sendebetrieb. Über einfache, oft selbstgebaute Detektor-Empfänger mit Kopfhörer-Wiedergabe ging die Entwicklung schnell zu hochwertigen Röhrenempfängern, die fachmännischer Beratung und Reparatur bedurften. Obwohl es bereits schon vor dem 2. Weltkrieg Tonbandgeräte und

Fernseher (z.B. 1936 zur Olympiade in den Berliner „Fensterstuben“) gab, fanden diese Geräte noch kaum Einzug in private Haushalte. Nach dem Krieg gab es zunächst wichtigere Probleme zu lösen, auch gab es Auflagen der Siegermächte. Unter anderem mit dem Baukasten (!) „Heinzelmännchen“ von Grundig Ende der Vierzigerjahre startete eine unglaubliche Entwicklung. Gleichzeitig wurde in Amerika der Transistor erfunden, der ganz neue Geräte ermöglichte. Weihnachten 1952 startete dann in Deutschland (aus Hamburg) das Fernsehen, das bereits ein halbes Jahr später mit der Krönung der englischen Königin am 2. 6. 1953 seinen ersten Höhepunkt erlebte. Und die Fußball-WM 1954 in der Schweiz bescherte vielen Gaststätten ein volles Haus, denn private Geräte gab es noch wenig und meist waren auch aufwendige Antennen-Anlagen erforderlich, denn das Sendernetz war noch dünn. Diese rasante technische Entwicklung und Ausweitung (Autoradios, Kassettenrecorder usw. brachten immer neue Aufgaben) machte auch eine Anpassung im Handwerk erforderlich. So wurde 1950 der Anlernberuf „Rundfunkinstallateur“ gestrichen, am 23. 8. 1957 wurde aus dem „Rundfunkmechaniker“ der „Radio- und Fernseh-Techniker“, mit entsprechend fortgeschriebenem Ausbildungs- und auch Meister-Berufsbild. Die Entwicklung ging rasant weiter, das 2. Fernsehprogramm erforderte Zusatzgeräte („UHF-Converter“) und neue

Antennen auf den Dächern, 1967 startete das Farbfernsehen, der „Telstar“-Satellit brachte erste Fernsbilder aus dem Orbit – es dauerte aber noch bis 1985, bis diese Technik auch in die Wohnzimmer Einzug hielt. Ab 1979 versucht die CD die gute alte Schallplatte zu verdrängen und mit der DVD wird die Videotechnik umgekrempt – wieder bedrängt von MP3-Playern bzw. SD-Karten und USB-Sticks. Auch die Computer-/Internet-Technik verbindet sich immer enger mit dem TV-Gerät – insgesamt ein Umbruch, der erneut neue Berufsbilder erforderlich machte: Seit 1998/9 gibt es nun den Ausbildungsberuf „Informationselektroniker“ mit den Fachrichtungen Geräte- und Systemtechnik (dazu zählt die Unterhaltungselektronik) und Bürosystemtechnik (überwiegend Datentechnik) und den Meister-Beruf „Informationstechniker“.

Diese Schilderung hat sicher nicht alle Einzelheiten aus 75 Jahren erfasst, aber macht doch den Wandel in den Aufgaben deutlich, die diese Dienstleistungssparte bis heute erfreulich gut „gemeistert“ hat.

Hans Kunze, Frankfurt am Main

Wir legen Wert auf Ihre Meinung! Schreiben Sie uns Ihren Kommentar an: itg@vde.com



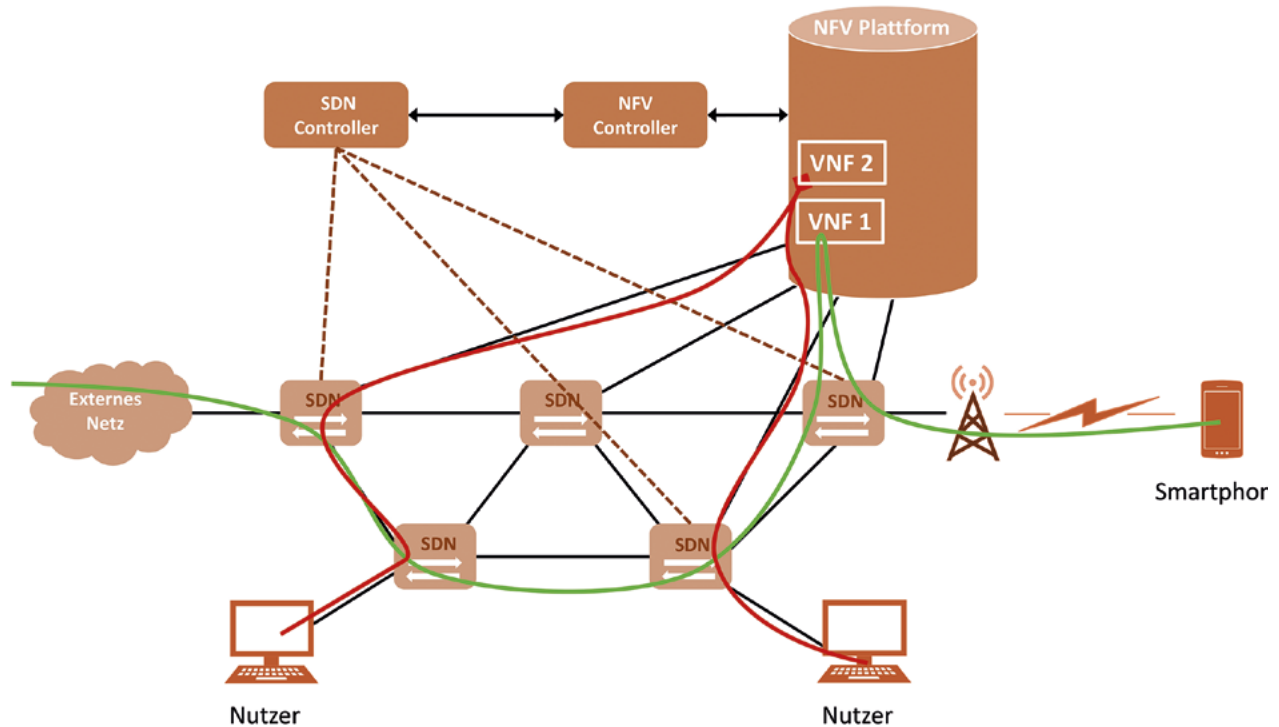


Abbildung 1: Zusammenarbeit zwischen SDN und NFV

NETWORK FUNCTIONS VIRTUALIZATION (NFV) UND SOFTWARE DEFINED NETWORKING (SDN)

Teil 1: Forschungsfragen und Anwendungsfälle

Telekommunikation über Netzwerkfunktionsvirtualisierung (NFV) und Software Defined Networking (SDN) verändern die Telekommunikationslandschaft. Im ersten Teil stehen Forschungsfragen und Anwendungsfälle im Fokus.

In heutigen Kommunikationsnetzen sind Netzfunktionen wie Firewalls oder Gateways fest mit dedizierter Hardware verbunden. Dies führt nicht nur zu hohen Anschaffungskosten der spezifischen Komponenten, sondern auch zu einer starren, unflexiblen Netzarchitektur. Dies soll durch das Konzept der Virtualisierung von Netzfunktionen (Network Function Virtualization, NFV) geändert werden. NFV realisiert Netzfunktionen in Software und ermöglicht dadurch, diese auf Standardhardware, beispielsweise in Datenzentren, auszulagern. Zusammen mit Software Defined Networking (SDN), das die Netzsteuerung in einer logisch zentralisierten Einheit ebenfalls in Software realisiert (siehe auch ITG-news 3/2013), kann

so eine Flexibilisierung der gesamten Netzarchitektur erreicht werden.

Das Konzept NFV hat zum Ziel, dass zum Beispiel Geräte wie eine Set-Top-Box zum Fernseh- und Videoempfang nicht mehr als Hardware neben dem Fernseher stehen müssen. Vielmehr soll die benötigte Funktionalität dem Nutzer zusätzlich durch das Netz bereitgestellt werden. Dies führt durch die Einsparung zusätzlicher Hardware zu Kostensenkungen und erleichtert gleichzeitig die Verwaltung des Dienstes.

Bisher laufen derartige anwendungsspezifische Funktionen des Netzes (zum Beispiel Set-Top-Box, Mobilitätsmanagement im Mobilfunk, Firewall) auf dedizierter, proprietärer Hardware. Werden neue Dienste ein-

geführt, wird entsprechend zusätzliche Hardware benötigt, was sich in hohen Anschaffungskosten für den Netzbetreiber widerspiegelt.

Virtualisierungstechniken für Serverplattformen haben zu einer flexibleren und effizienteren Ausnutzung der physikalischen Ressourcen und damit zu einer Kosteneinsparung in Datenzentren geführt. Die Virtualisierung von Netzfunktionen (Network Functions Virtualization, NFV) überträgt dieses Konzept auf Kommunikationsnetze. Spezifische Funktionen, welche auf dedizierter Hardware im Daten- oder Signalisierungspfad des Kommunikationsnetzes laufen, werden in Software realisiert und mittels Virtualisierung auf handelsübliche Server und Switches transferiert. Durch das

Einsparen dedizierter Hardware ergibt sich folglich eine Verringerung der Anschaffungskosten.

Zusätzlich erwartet man durch die Zentralisierung der Funktionen eine Reduktion der Betriebskosten durch geringeren Administrationsaufwand und eine effizientere Nutzung der Ressourcen. Des Weiteren ermöglicht die Virtualisierung ein flexibles vertikales und horizontales Skalieren der spezifischen Funktionen und so eine feingranulare Anpassung an den aktuellen Bedarf. Das Konzept NFV wird aktuell von Netzbetreibern und Herstellern in der ETSI [1] standardisiert.

Die dynamische Instanziierung und das Migrieren von Netzfunktionen stellen aber auch neue Anforderungen an die Netze. Sie setzen voraus, dass Datenflüsse und Pakete flexibel an die zugehörigen Netzfunktionen weitergeleitet werden können. Software Defined Networking (SDN) wird hier als eine Schlüsseltechnologie angesehen, um die benötigte Steuerung der Netzflüsse zu übernehmen, d.h. um Datenflüsse den ausgelagerten, neu skalierten Netzanwendungen dynamisch und flexibel zuzuführen.

Bisherige Netzkomponenten wie Router und Switches übernehmen neben der Weiterleitung der Daten die Steuerung des Datenflusses. Hier setzt SDN an. Sämtliche Steuerungsfunktionen werden aus der Hardware herausgelöst und in Software auf eine logisch zentrale Einheit, die SDN-Steuerungseinheit, transferiert. Diese Komponente verfügt über offene Schnittstellen und ermöglicht so die freie Programmierbarkeit des Netzes und damit eine bisher nicht vorhandene Flexibilität. Die Kommunikation zwischen der Steuerungseinheit und den Netzkomponenten erfolgt dabei über ein standardisiertes Protokoll, z.B. OpenFlow [2]. Neben dieser Schnittstelle zur Netzsteuerung (Southbound API) nimmt die Schnittstelle zu Anwendungen (Northbound API), wie z.B. virtualisierten Netzfunktionen, eine wichtige Rolle ein. Es sei hier darauf hingewiesen, dass zu diesem sogenannten Northbound Interface, im Vergleich zum Southbound Interface, derzeit noch wenige generelle Ansätze für die Realisierung vorliegen. Weitere Schnittstellentypen zur Interaktion mit anderen Steuerungs-

einheiten, z.B. zwischen unterschiedlichen autonomen Systemen, werden in [3] definiert.

Basierend auf den Anforderungen der Netzprovider laufen die virtualisierten Netzfunktionen auf einer Infrastruktur, welche aus einzelnen Rechnern, einem Datenzentrum oder sogar mehreren Datenzentren bestehen kann. Um eine dynamische Verteilung der Funktionen zu ermöglichen, müssen die Netzsteuerung und die Steuerung der Infrastruktur zusammenarbeiten. Dies wird in Abbildung 1 dargestellt. Durch die Zusammenarbeit zwischen der Netzsteuerung und der NFV-Steuerung können die Datenflüsse flexibel an spezifische Netzfunktionen weitergeleitet werden.

Im Folgenden wollen wir auf allgemeine Forschungsfragen und Problemstellungen eingehen, die sich durch die Einführung von virtualisierten Netzfunktionen in Kombination mit SDN ergeben. Eine detaillierte Beschreibung von Anwendungsfällen und Herausforderungen für SDN findet sich in [3] und in den ITG-news 3/2013.

I. Aktuelle Forschungsfragen und Problemstellungen

Analyse und Konzeption virtueller Netzfunktionen

Aktuelle Kommunikationsnetze haben Anforderungen an Netzfunktionen, zum Beispiel an den Durchsatz einer Funktion, an deren Ausfallsicherheit, die maximale Anzahl der zu bedienenden Netzflüsse oder die erlaubte maximale Verzögerungszeit, welche durch das Bearbeiten der Pakete eines Datenflusses hervorgerufen wird. Die Realisierung des NFV-Konzepts für heutige Kommunikationsnetze bedarf damit zuerst einer grundlegenden Analyse der aktuellen Anforderungen an die anwendungsspezifischen Netzfunktionen. Virtualisierte Netzfunktionen müssen dann gemäß dieser Anforderungen konzipiert und realisiert werden. Dabei muss der zusätzliche Mehraufwand, welcher beispielsweise durch die Virtualisierung der Hardware entsteht, ebenfalls beachtet werden. Während spezifische Netzfunktionen durch dedizierte Hardware unterstützt werden,

gilt es bei der Realisierung einer virtuellen Netzfunktion, die möglicherweise unterschiedlichen Leistungsfähigkeiten verschiedener Techniken der Virtualisierung zu beachten. Zusätzlich bestehen weitere Optimierungsmöglichkeiten durch Anpassungen der Standardprodukte, zum Beispiel mittels Hardwarebeschleunigung.

Neben der Leistungsfähigkeit muss die durch NFV gewonnene Skalierbarkeit schon während der Konzeption einer Netzfunktion einbezogen werden. Hier gilt es, die infrage kommenden Mechanismen zu evaluieren und mögliche Beeinträchtigungen zu identifizieren. Werden die richtigen Schnittstellen geschaffen, so kann eine softwarebasierte Netzfunktion eine dynamischere und flexiblere Verwaltung der vorhandenen Kapazitäten in Abhängigkeit von den aktuellen Anforderungen ermöglichen. Beeinträchtigungen, die analysiert werden müssen, sind zum einen Verzögerungen, die entstehen, wenn neue Softwareinstanzen in das bestehende System integriert werden sollen, zum anderen aber auch der zusätzliche Mehraufwand durch die benötigte Signalisierung. Die Überwachung der benötigten Ressourcen sowie die Einhaltung von Garantien liegen hierbei in der Verantwortung der NFV-Plattform.

Zerlegung virtueller Netzfunktionen

Netzfunktionen können als Ganzes in Software übersetzt und betrieben werden. Jedoch bieten sich durch die Realisierung einer Netzfunktion in Software weitere Möglichkeiten. So kann man eine Netzfunktion in elementare Blöcke zerlegen, welche als Ganzes die ursprüngliche Netzfunktion nachbilden. Um die eigentliche Aufgabe weiterhin erledigen zu können, müssen geeignete Schnittstellen zwischen den Funktionsblöcken definiert werden. Ein Beispiel für eine Zerlegung wäre, wie in SDN, die Aufspaltung in Steuerungs- und Weiterleitungsfunktion des Datenpfades. Die Schnittstelle zwischen den Funktionen kann hier wieder durch ein eigenes Protokoll, wie im Beispiel OpenFlow, realisiert werden.

Unterschiedliche Netzfunktionen können sich außerdem gemeinsame

Blöcke teilen. Dies führt zu einer weiteren Effizienzsteigerung durch die Bündelung der vorhandenen Ressourcen. Diese müssen dann nicht mehr für einzelne Funktionen als Ganzes reserviert werden, sondern können den Funktionsblöcken individuell zugeteilt werden. So ermöglicht die Zerlegung von Netzfunktionen in Blöcke eine noch feinere Ressourcenverteilung und somit eine effizientere Nutzung der Ressourcen einer NFV-Plattform.

Orchestrierung virtueller Netzfunktionen

Grundlegende Eigenschaften einer NFV-Plattform sind die Überwachung der zur Verfügung stehenden Ressourcen, die Realisierung der Schnittstellen zwischen heterogenen Ressourcen sowie Algorithmen zur effizienten Verwaltung der verfügbaren Ressourcen. Die für NFV und SDN relevanten Forschungsfragen in Bezug auf die Orchestrierung können von den Zielen, welche für NFV in [1] definiert werden, abgeleitet werden.

Die effiziente Verwaltung der Ressourcen, welche für virtualisierte Netzfunktionen zur Verfügung stehen, und die Automatisierung dieser Verwaltung bedürfen einer grundlegenden Analyse. NFV ermöglicht im Allgemeinen eine flexiblere Platzierung der Netzfunktionen in der vorhandenen Infrastruktur. Sind mehrere Datenzentren an unterschiedlichen Standorten verfügbar, so sollte eine virtualisierte Netzfunktion stets dort platziert werden, wo es am kostengünstigsten ist.

Eine virtuelle Funktion kann in Abhängigkeit von den aktuellen Anforderungen verteilt oder, falls sie schon platziert ist, umgezogen bzw. migriert werden. Entsprechend kann die Nutzung der vorhandenen Ressourcen jederzeit an den aktuellen Zustand angepasst werden. So können Ausfälle innerhalb der Infrastruktur oder temporäre Lastspitzen kompensiert werden. Aktuelle Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit effizienten Algorithmen zur optimalen Platzierung der Netzfunktionen in einer vorhandenen Infrastruktur. Abhängigkeiten zwischen einzelnen virtuellen Netzfunktionen müssen zusätzlich in

die Optimierung mit einbezogen werden, um eine korrekte Operation des Kommunikationsnetzes zu gewährleisten. Typische Optimierungsziele sind Energieeffizienz oder eine ausgeglichene Lastverteilung [4, 5].

Durch die Flexibilisierung können vorhandene Ressourcen zwar effizienter genutzt werden, jedoch muss man auch den zusätzlichen Aufwand der dynamischen Verwaltung der Ressourcen beachten. So kann das Migrieren einer Netzfunktion zu einer Erhöhung des Verkehrs im Netz führen und damit zu einer höheren Netzauslastung. Zusätzlich muss man den Trade-off zwischen zusätzlichem Aufwand durch das Migrieren und möglichen Einbußen der Leistungsfähigkeit, falls die Platzierung der Funktionen nicht dynamisch angepasst wird, berücksichtigen. Weitere Fragestellungen adressieren, wie dynamisch Funktionen instanziiert und platziert werden können, sowie den Einfluss unterschiedlicher Designentscheidungen auf nicht-funktionale Anforderungen wie Leistungsfähigkeit oder Dynamik. Generell ist anzumerken, dass man hier einen Kreis zwischen der Analyse und Konzeption von virtuellen Netzfunktionen auf der einen Seite und der effizienten Orchestrierung dieser auf der anderen Seite schließt. Dies war durch die langen Entwicklungszyklen von dedizierter Hardware bisher nicht gegeben. Entsprechend erhofft man sich durch kürzere Entwicklungszyklen der virtualisierten Netzfunktionen mehr Innovation und eine bessere Anpassung an die sich immer schneller ändernden Anforderungen in den Kommunikationsnetzen.

Orchestrierung von Funktionsblöcken virtueller Netzfunktionen

Im Falle der weiteren Zerlegung virtueller Netzfunktionen ergeben sich für die Orchestrierung weitere Anforderungen. Einerseits ermöglicht die Aufspaltung einer Netzfunktion in einzelne Funktionsblöcke eine feingranulare Anpassung der einzelnen Blöcke an die vorhandenen Ressourcen. Andererseits müssen bei der Orchestrierung der Funktionsblöcke zusätzlich Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Funktionsblöcken beachtet

werden. So muss der Netzverkehr die Funktionsblöcke in einer bestimmten Reihenfolge durchlaufen. Außerdem muss die Orchestrierung einen zuverlässigen Austausch der Zustandsinformationen der jeweiligen Funktionsblöcke gewährleisten.

Im Folgenden wollen wir kurz auf mögliche Anwendungsfälle von NFV eingehen [6].

II. NFV Anwendungsfälle

Virtualisierung des Mobilfunk-Kernnetzes

Das Kernnetz des Mobilfunks ist für den Transport des IP-basierten Verkehrs zwischen dem drahtlosen Zugangnetz (RAN d.h. eNBs) und dem Zugangspunkt zum Internet verantwortlich. Mehrere Komponenten des Kernnetzes sind dabei durch proprietäre Hardware realisiert, welche die spezifischen Netzfunktionen betreiben. Durch die Abhängigkeit von Hardware, und damit auch von ihren Herstellern, stehen Betreiber vor mehreren Herausforderungen. Zum Beispiel kann ein bestehendes Netz wegen der langen Entwicklungszeit der Hardware nicht schnell genug an die steigenden und die sich ändernden Anforderungen angepasst werden. Zudem führt die inflexible Beschaffenheit der Hardware zu hohen Betriebskosten für den Netzbetreiber. Durch NFV verspricht man sich hier eine kürzere Zykluszeit bei der Entwicklung neuer Netzfunktionen sowie eine bessere und dynamischere Anpassung der Funktionen an die sich ändernden Anforderungen an das mobile Kernnetz [4, 5].

NFV im Heimnetzwerk

Durch die Virtualisierung von Netzgeräten in den Heimnetzen der Kunden erhoffen sich Netzprovider eine signifikante Reduktion von Investitions- und Betriebskosten. So sollen Hardwaregeräte wie Zugangsroutern oder Set-Top-Boxen beim Kunden entfallen und Funktionen wie Zugang zum Internet, Firewalling oder IPTV von Softwarefunktionen, welche auf der NFV-Plattform laufen, zur Verfügung gestellt werden. Der Kunde wird hierbei über eine direkte Verbindung mit den bereit-

gestellten Funktionen verbunden. Neben der bereits angesprochenen Kostensenkung erhofft man sich ein leichteres Management der nun zentralisierten Funktionen und ein Angebot von kundenfreundlicheren Mehrwertdiensten wie IPTV oder VoD.

Virtualisierung von Content Delivery Networks (CDN)

Die wachsende Anzahl an unterschiedlichen Endgeräten, mit welchen Nutzer Videos in immer besserer Qualität empfangen können, führt zu einem signifikant steigenden Anteil von Videoverkehr im Internet. Die Übertragung von Inhalten, wie z.B. Videos, stellt die heutigen Netzbetreiber somit vor neue Herausforderungen. Um das Netz zu entlasten, d.h. den Netzverkehr zu verringern, wird versucht, die Server, welche die Videoinhalte zur Verfügung stellen, näher zum Nutzer zu bringen. Jedoch sind diese Server meist an die speziellen Bedürfnisse der jeweiligen Inhaltsanbieter, wie Akamai oder Limelight, angepasst. Durch NFV ergibt sich hier die Möglichkeit, dass der Netzbetreiber eine Infrastruktur zur Verfügung stellt, auf der die virtualisierten Server bzw. Netzfunktionen der Inhaltsanbieter laufen können.

Fazit

Durch die Auslagerung von Netzfunktionen in Datenzentren, beschrieben durch das Konzept Network Functions Virtualization (NFV), wird eine neue Art der Flexibilisierung in Kommunikationsnetzen erreicht. Insbesondere eine Kombination mit Software Defined Networking verspricht eine dynamische Zuordnung der Datenflüsse an die virtualisierten Netzfunktionen. Die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten und die laufende Standardisierung sind ein Zeichen für die Wichtigkeit und Aktualität dieser Konzepte für die derzeitige Entwicklung zukünftiger Kommunikationsnetze.

DIPL.-INF. ANDREAS BLENK
M.SC. ARSANY BASTA
PROF. DR.-ING. WOLFGANG KELLERER

Lehrstuhl für Kommunikationsnetze, Technische Universität München

DR. RER. NAT. THOMAS ZINNER
DIPL.-INFORM. FLORIAN WAMSER
PROF. DR.-ING. PHUOC TRAN-GIA

Lehrstuhl für Kommunikationsnetze, Universität Würzburg

Literatur

- [1] ETSI ISG on NFV: „Network Functions Virtualisation – Introductory White Paper“, published during the SDN and OpenFlow World Congress, 2012.
- [2] N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, J. Turner: OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 38(2), 2008.
- [3] M. Jarschel, Th. Zinner, T. Hoßfeld, P. Tran-Gia, W.g Kellerer: Interfaces, Attributes, and Use Cases: A Compass for SDN. IEEE Communications Magazine, 52, 2014.
- [4] A. Basta, W. Kellerer, M. Hoffmann, H. Morper, K. Hoffmann: Applying NFV and SDN to LTE Mobile Core Gateways; The Functions Placement Problem. AllThingsCellular14, Workshop ACM SIGCOMM, Chicago, IL, USA, August 2014.
- [5] A. Basta, A. Blenk, W. Kellerer, M. Hoffmann, H. Morper, K. Hoffmann: SDN and NFV Dynamic Operation of LTE EPC Gateways for Time-varying Traffic Patterns. 6th International Conference on Mobile Networks and Management, Würzburg, Germany, September 2014.
- [6] ETSI: Network Functions Virtualisation (NFV); Use Cases. ETSI GS NFV 001 V1.1.1.1, Sophia Antipolis, France, Oct. 2013.

NETWORK FUNCTIONS VIRTUALIZATION (NFV) UND SOFTWARE DEFINED NETWORKING (SDN)

Teil 2: Prototypisierung von virtualisierten Telekommunikationsnetzen

In der Welt der Telekommunikationsnetze vollzieht sich durch die Virtualisierung von Dienstplattformen und Netzfunktionen aktuell ein Paradigmenwechsel. Am Fraunhofer FOKUS wurde eine Testumgebung als virtuelle Dienstleistung entwickelt.

Telekommunikationsnetze im Wandel getrieben durch IT-Innovationen

Seit der Einführung der Intelligenten Netze zur flexibleren Bereitstellung neuer Telekommunikationsdienste in festen und mobilen Netzinfrastrukturen hat der Einsatz neuester Informations- und Internettechnologien die

Telekommunikationswelt stark verändert. Dabei standen schon immer die Unterstützung neuer innovativer Dienstmodelle sowie die Reduktion von Capital Expenditure (CAPEX) und Operational Expenditures (OPEX) im Vordergrund. Aktuell vollzieht sich ein weiterer wesentlicher Paradigmenwechsel in der Realisierung von Telekommunikationsdiensten und

der Bereitstellung der erforderlichen Infrastrukturen: die Virtualisierung von Dienstplattformen und Netzfunktionen. Dabei spielt die Einführung der beiden Virtualisierungskonzepte Software Defined Networks (SDN) [1] und Network Functions Virtualization (NFV) [2,3] eine wesentliche Rolle. Dadurch versprechen sich Netzbetreiber und Diensteanbie-

ter ein höheres Maß an Flexibilität in der Bereitstellung von Dienst- und Netzinfrastrukturen bei gleichzeitiger Kosteneinsparung durch eine effizientere Ressourcennutzung. Das übergeordnete Ziel ist es hierbei, Dienste und Plattformen noch dynamischer und skalierbar bereitzustellen und somit wesentlich flexibler auf sich stetig verändernde Marktbedürfnisse reagieren zu können. Laut Infonetics Research wird der SDN- und NFV-Markt auf 11 Milliarden US-Dollar bis 2018 ansteigen [4]. Bis 2020 schätzt SNS Research, dass dank SDN- und NFV-Technologien Dienstleistungsanbieter weltweit (drahtgebundene und drahtlose) 32 Milliarden US-Dollar beim jährlichen CapEx sparen werden [5].

Die Virtualisierung von Telekommunikationsnetzwerken

Zwei wichtige Konzepte der Virtualisierung haben sich bis heute etabliert. Beide ergänzen sich effektiv und bilden zusammen grundlegende Konzepte zu virtualisierten Telekommunikationsplattformen.

Das erste und von der OpenNetworking Foundation standardisierte Konzept zu SDN trennt klassische Netzwerkelemente in data-plane und control-plane auf, wobei die control-plane in eine separate und zentralisierte Komponente (SDN controller) ausgelagert und abstrahiert wird. Die Funktionalitäten der Elemente innerhalb der data-plane werden rein auf Weiterleitung reduziert (SDN switch), wobei die Wegwahl der Pakete im

Netzwerk durch den SDN controller gesteuert wird. Durch diesen zentralisierten Ansatz wird Flexibilität gewonnen und die Möglichkeit geschaffen, das Netzwerk nicht wie gehabt durch verteilte statische Algorithmen dezentral zu verwalten, sondern bedarfsgerecht über den SDN controller dynamisch zu steuern.




Das zweite von ETSI NFV standardisierte Konzept zu NFV entkoppelt die strikte Verbindung zwischen Hard- und Software. In dem NFV-Konzept ermöglicht die neu hinzugefügte Virtualisierungsschicht zwischen der Hard- und Software-Ebene eine dynamische und bedarfsgerechte Instanziierung von Softwarekomponenten in gekapselten Virtuellen Maschinen (VMs). VMs abstrahieren die darunterliegende Hardware und setzen sich aus einer Untermenge an physikalischen Ressourcen (compute, storage, networking) zusammen. ETSI NFV arbeitet an einem Standard zur Management and Orchestration (MANO) Architektur, welche den Lebenszyklus (Initiierung, Provisionierung, Adaption, Entsorgung) der VMs sowie deren Konnektivität orchestriert.

Anfängliche Proof of Concept (PoC) zu virtualisierten Telekommunikationsarchitekturen mit Konzepten von SDN und NFV wurden mit der Open-Source-Variante des IP Multimedia Subsystems (IMS) [6], dem OpenIMSCore [7] als vIMS realisiert und ausgiebig erprobt. Darauf folgte die prototypische Implementierung des 3GPP Evolved Packet Core (EPC) [8] mit dem OpenEPC¹ (als vEPC

[10]) [9]. Daraufhin wurde der OpenSDNCore [11] als Orchestrierungslösung konzipiert und an den ETSI NFV MANO [3] Standard angelehnt, um diverse Dienstplattformen wie 3GPP IMS, EPC, Television (TV) mit Set-Top-Boxen und Service Delivery Platforms (SDP) zu virtualisieren und zu orchestrieren. Open5GCore [12] stellt die neue Basis für virtualisierte Telekommunikationsnetze dar und setzt inhärent auf SDN und NFV. Der Wandel hin zu virtualisierten Telekommunikationsarchitekturen ist im Gange und wird durch eine Vielzahl an Open-Source-Produkten (wie OpenStack [13]) sowie neuen Standards zu SDN und NFV beschleunigt. Dabei entstehen neue technische Möglichkeiten, aber auch technische Herausforderungen. Im folgenden Teil werden praktische Beispiele dazu aufgeführt.

Virtualisierte Toolkits als Plattformen und Testumgebungen

Eine Testumgebung ist eine Plattform für Experimente von Forschungs- und Entwicklungsprojekten in unterschiedlicher Größe und Gestalt für die Anwendungsbereiche Industrie 4.0, eHealth, Logistik, Automotive, Smart Grid/Home/Metering und die nächste Mobilfunkgeneration (5G). Testumgebungen ermöglichen den Anwendern eine gründliche, transparente und reproduzierbare Erprobung von neuen Ideen, wissenschaftlichen Theorien und neuen Technologien. Eine Testumgebung wird oft als ein Machbarkeitsnachweis verwendet.

 <p>www.mobile-cloud-networking.eu</p>	<p>Mobile Cloud Networking Das Projekt zielt auf die Realisierung der aktuellen Netzwerkfunktionalitäten als eine Summe von Cloud-basierten Dienstbausteinen ab. Fraunhofer FOKUS stellt bei diesem Projekt die Virtualisierung der Netzwerkbasisfunktionalität über der FUSECO Playground bereit. Der Einfluss von SDN- und NFV-Konzepten auf Telekommunikationsnetze wird hier analysiert.</p>
 <p>www.nubomedia.eu</p>	<p>Nubomedia Nubomedia minimiert die Komplexität der Telekommunikationsinfrastrukturen durch die Schaffung einer zweckspezifischen Cloud-Plattform. Alle Vorteile einer Cloud-Architektur werden zur Bereitstellung von interaktiven Echtzeit-Multimedia-Funktionalitäten herangezogen. Die Nubomedia-Plattform ist in der Lage, alle Details von Elementen des Netzes und Anwendungen zu abstrahieren, verwalten und effizient anzuwenden.</p>
 <p>www.fed4fire.eu</p>	<p>FED4Fire In diesem föderierten Testbedprojekt wird der FUSECO Playground virtualisiert an kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) als Testbed-as-a-Service zu Verfügung gestellt.</p>

Da heutige Telekommunikationslösungen und die einhergehenden Technologien zunehmend spezieller und komplexer werden, sind immer umfassendere Testumgebungen notwendig. Für Forscher und Entwickler wird es daher merklich schwieriger, eigene komplexe Entwicklungen oder Neuerungen ausgiebig und in adäquaten Testumgebungen zu testen. Hierbei definiert sich der Preis und die Komplexität einer Testumgebung durch die relevanten Faktoren: Aufwand, Zeit, Kosten und Wartung für den Aufbau und Betrieb. Daher lohnt es sich, die Testeinrichtungen von einem externen Anbieter zu beziehen.

Unter Ausnutzung der neuesten Virtualisierungstechnologien, die wir zuvor erläutert haben, ist es mit dem Future SEamless COmmunication (FUSECO) Playground [14] möglich, solche Testumgebungen als virtuelle Dienstleistung anzubieten und bedarfsgerecht bereitzustellen. Die Benutzer solcher Testumgebungen profitieren von den Vorteilen der neuen virtualisierten Technologien. Dank der Cloud-, SDN- und NFV-Technologien können Ressourcen der Dienstplattformen und Testbeds nach Bedarf und flexibel skalierbar bereitgestellt werden. Wann immer nötig (zum Beispiel vom Testfall abhängig) können die Ressourcen und Kapazitäten des bereitgestellten Testbeds beliebig variiert werden.

Einige Referenzen, in denen das Fraunhofer FOKUS derzeit tätig ist, werden nachfolgend aufgeführt. Beispielsweise sei hier der FUSECO Playground genannt, welcher im darauffolgenden Abschnitt ausführlicher vorgestellt wird.

FUSECO als Testbed-as-a-Service or Testbed 2 Go

Der FUSECO Playground ermöglicht Geräteherstellern, Netzbetreibern, Anwendungsentwicklern und Forschungsgruppen, schnell und individuell Prototypen im Kontext von Mobilfunknetzen zu entwickeln. Durch die offene Architektur und die mögliche Bereitstellung von Software lassen sich vereinfacht Prototypen erstellen, die nahezu beliebige Hard- und Softwareelemente integrieren lassen. Auf diese Weise lassen sich Systeme und Anwendungen in einer

kontrollierten Umgebung bereitstellen, in hinreichend komplexen Testszenarien überprüfen und beliebig erweitern, bevor die zugrunde liegenden Technologien im Markt eingesetzt werden. Der FUSECO Playground bietet eine schnelle Hilfe für die praktische Umsetzung, Anpassung, Bewertung und Demonstration neuer Ideen in einem umfassenden und realistischen Umfeld.

Grundsätzlich lassen sich zwei Varianten zur Nutzung des FUSECO Playgrounds unterscheiden. Zum einen wird der FUSECO Playground als „Testbed-as-a-Service“ über FED4FIRE [15] der Forschungsgemeinde und KMUs angeboten. Zum anderen lässt sich der FUSECO Playground lokal in beliebiger Ausprägung instanziiieren.

Abbildung 1 stellt eine schematische Übersicht der vorhandenen Testbeds und Technologien des FUSECO Playgrounds dar. Der FUSECO Playground setzt sich sowohl aus physikalischen als auch aus virtualisierten Umgebungen für unterschiedliche Netzwerktechnologien (DSL/WLAN/2G/3G/4G-LTE/LTE-A/5G) und Cloud-basierte Umgebungen für Software Defined Networking und Network Function Virtualization zusammen.

Der flexible und modulare Aufbau des FUSECO Playgrounds ermöglicht eine schnelle Prototypisierung und vereinfachte Proof-of-Concept-Validierung, angefangen von Endgeräten über Zugangs- und Kernnetzwerktechnologien von realen oder virtualisierten Telekommunikationsumgebungen.

Der FUSECO Playground ist beliebig einsetzbar und ermöglicht die Integration weiterer Informations- und Telekommunikationstechnologie (IKT)-Umgebungen und Infrastrukturen. Die Technologien des FUSECO Playgrounds werden zum

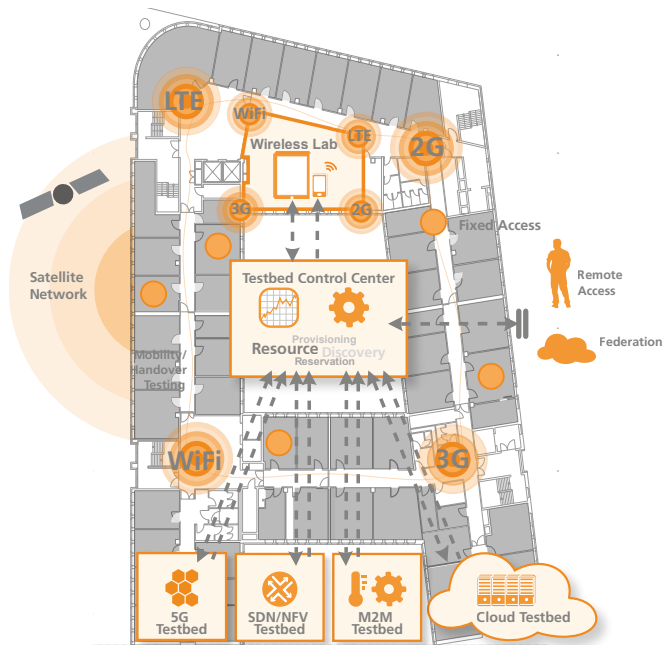


Abbildung 1: Fraunhofer FUSECO Playground und Komponenten

Teil in großen europäischen Initiativen wie dem Future Internet Research and Experimentation (FIRE) [16] bzw. des Future Internet Private Public Partnership (FI-PPP) [17] eingesetzt.

Folgende Toolkits sind Teil von FUSECO Playground:

- Open5GCore [12]: Eine praktische Umsetzung neuartiger Ansätze zur Entwicklung von Kernnetzwerken jenseits von 4G.
- OpenMTC [18]: Bietet eine offene, Cloud-fähige Lösung für die Durchführung von anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung von innovativen Machine-to-Machine- (M2M) und Internet-der-Dinge- (IoT) Anwendungen.
- OpenSDNCore [11]: Eine praktische Umsetzung zur Virtualisierung von Netzwerken und Orchestrieren von Telekommunikationsplattformen und Diensten.

Die OpenSDNCore-Plattform

Die Fraunhofer FOKUS OpenSDNCore-Plattform [11] wurde in Anlehnung zum ETSI NFV MANO [2,3] entwickelt und stellt eine Virtualisierungs- und Orchestrierungsumgebung für Telekommunikationsdienste dar. Der OpenSDNCore ist in der Lage, den Lebenszyklus von verteilten Diensten zu verwalten und zu steuern, darunter auch spezialisierte Komponenten (zum Beispiel Basisstationen,

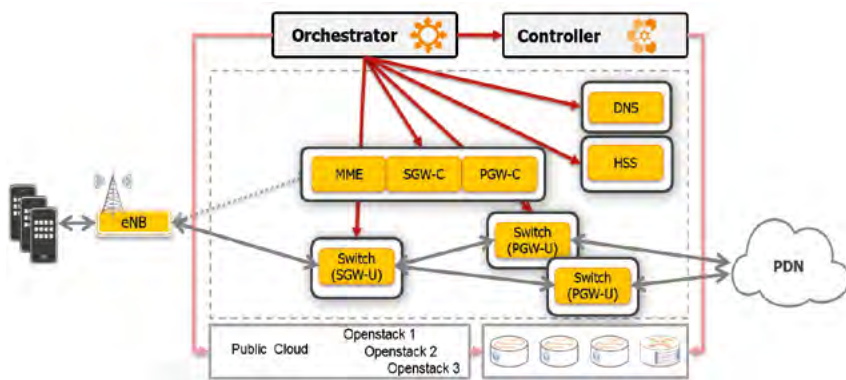


Abbildung 2: OpenSDNCore-Plattform am Beispiel vom 3GPP EPC

Gateways etc.), heterogene Rechenzentren (Rechen- und Speicherfunktionalitäten) und miteinander verbundene Netze (Fronthaul, Backhaul, Backbone-Netze von Dritten usw.). Abbildung 2 zeigt eine schemenhafte Darstellung einer virtualisierten Umgebung am Beispiel vom 3GPP EPC, welche vom OpenSDNCore orchestriert werden kann.

Der OpenSDNCore unterstützt die wesentlichen Funktionalitäten, die in einem virtualisierten Umfeld benötigt werden: schichtübergreifendes Management zur Steuerung von Ende-zu-Ende-Dienstgüteparametern für bestimmte Prozesse und Datenflüsse; effiziente Verkettung von Dienstleistungsfunktionen (Service Function Chaining [19]), wobei einzelne individuelle Funktionalitäten über änderbare Datenpfade innerhalb von Betreibernetzen bedarfsgerecht kombiniert werden können; Leitung von anwendungsspezifischem IP-Datenverkehr über spezifische Dienste und Funktionalitäten. Netzwerkfunktionen wie IMS und EPC werden als virtuelle Dienstleistungen über die OpenSDNCore-Plattform angeboten. Zusätzlich bietet die OpenSDNCore-Plattform eine Benchmarking-Funktionalität, welche es ermöglicht, die Leistung, Qualität und Zuverlässigkeit einer virtualisierten Lösung zu messen und zu bewerten. Hierbei können in Realzeit bei Lasttests verschiedenste Systeminformationen über verbrauchte Ressourcen (Überwachung von Rechen- bzw. Speicherkapazitäten) und Qualität, wie auch die Validierung von Verfahrensdauer gemessen werden. Weitere Messungen und Metriken lassen sich bei Bedarf ergänzen.

Die erwähnten Funktionalitäten sind nur ein Beispiel von den Bereichen, in denen Fraunhofer FOKUS arbeitet. Weitere Konzepte und praktische Anwendungen sind in Planung. Der Testumfang und die genaue Ausprägung basiert gleichermaßen auf unseren Erfahrungen wie auch auf den Empfehlungen und Anforderungen unserer Partnern. Als Institut mit Schwerpunkt Forschung und Entwicklung ist das Fraunhofer FOKUS offen für neue Anregungen und Forderungen.

Es ist wichtig zu erwähnen, dass der OpenSDNCore nur für Labortestumgebungen konzipiert ist. Es wird keinen Anspruch auf 100-prozentige Standardkonformität oder Hochverfügbarkeit erhoben. OpenSDNCore ist unter einem Lizenzmodell in den Varianten als Binär- oder Quellcode verfügbar. Neben der reinen Software vom OpenSDNCore stehen ebenfalls auch Coaching, Training, Tutorials, individuelle Entwicklungen sowie Unterstützung für eine lokale Bereitstellung und Integration zur Verfügung.

Ausblick

Mit dem zunehmenden Einfluss von Cloud-Technologien in der Telekommunikationslandschaft, der steigenden Relevanz von SDN und NFV und dem neuen Trend hin zu 5G, hat Fraunhofer FOKUS das OpenSDNCore Testbed entwickelt. Für die zukünftige Mobilfunkgeneration der 5G-Netzwerke werden diverse Neuerungen erwartet. Unter anderem wird eine neue Funkschnittstelle erwartet, welche zusammen mit einer hochleistungsfähigen Kernnetzwerkplattform für eine niedrige

Latenz, hohe Bandbreite sowie ein dynamisches Management der Infrastruktur sorgen soll. Hierfür stellt Fraunhofer FOKUS das neue Open5GCore Testbed zur Verfügung, um frühzeitig angewandte Forschung und eine schnelle Prototypisierung des neuen Netzwerks sowie auch der Protokolle, Algorithmen und innovativen Anwendungen über den FUSECO-Playground bereitzustellen.

Um eine umfassende Ende-zu-Ende-Testumgebung für 5G-Technologie anzubieten, hat Fraunhofer FOKUS zusammen mit dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut das 5GBerlin Testbed [20] eingerichtet. Es handelt sich um eine Initiative zur gemeinsamen Forschung in allen Bereichen zu 5G wie Kernnetzwerke und Zugangsnetztechnologien.

Eine der wichtigsten Anwendungen für diese Technologien wird der Bereich Industrie 4.0 und damit M2M-Anwendungen sein. Fraunhofer FOKUS hat daher begonnen, das Open5GMTC Testbed zu erstellen, welches Anforderungen aus diesem Kontext adressiert. Relevante Anforderungen, die das Internet der Dinge auf der 5G-Infrastruktur stellt, sollen hier berücksichtigt werden, wie zum Beispiel Verbindungs- und Endgerätemanagementfunktionen.

Die hier adressierten Themen werden in der „Kommunikation und Verteilte Systeme (KuVS)“-Fachgruppe „Next Generation Service Delivery Platforms (NGSDP²)“ in regelmäßigen Treffen wissenschaftlich mit internationalen Experten diskutiert [21].

M.SC. GIUSEPPE CARELLA
DR.-ING. MARIUS CORICI
DR.-ING. JULIUS MUELLER
PROF. DR. THOMAS MAGEDANZ
ANDREAS WEBER

FOKUS competence center Next Generation Network Infrastructures (NGNI), Fraunhofer FOKUS, Berlin

Referenzen

- [1] OpenNetworking Foundation (ONF), <https://www.opennetworking.org/>
- [2] ETSI Network Functions Virtualisation (NFV), <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>
- [3] ETSI NFV Management and Orchestration, http://docbox.etsi.org/ISG/NFV/Open/Latest_

- Drafts/NFV-MAN001v061-%20management%20and%20orchestration.pdf
- [4] Infonetics Research, November 2014, <http://www.infonetics.com/pr/2014/Carrier-SDN-NFV-Market-Highlights.asp>
- [5] ReportsnReports, November 2014, <http://www.reportsnreports.com/reports/317510-the-sdn-nfv-network-virtualization-bible-2015-2020-opportunities-challenges-strategies-forecasts.html>
- [6] 3GPP TS 23.228, IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2
- [7] Fraunhofer FOKUS, OpenIMSCore, www.openimscore.org/
- [8] 3GPP TS 23.401, General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access
- [9] Core Network Dynamics, OpenEPC, <http://www.corenetdynamics.com/>
- [10] Mueller, J.; Yuwen Chen; Reichel, B.; Vlad, V.; Magedanz, T., „Design and implementation of a Carrier Grade Software Defined Telecommunication Switch and Controller,“ Network Operations and Management Symposium (NOMS), 2014 IEEE , vol., no., pp.1,7, 5–9 May 2014, doi: 10.1109/NOMS.2014.6838415
- [11] Fraunhofer FOKUS, OpenSDNCore, www.opensdncore.org
- [12] Open5GCore Projekt, Fraunhofer FOKUS, www.open5gcore.net
- [13] OpenStack, Open Source Cloud Computing Software, www.openstack.org/
- [14] Fraunhofer FOKUS, Future Seamless Communication (FUSECO) Playground, www.fuseco-playground.org/ [15] FED4Fire, <http://www.fed4fire.eu/>
- [16] FIRE - Future Internet Research and Experimentation. Online: <http://www.ict-fire.eu>
- [17] FI-PPP – Future Internet Public Private Partnership. Online: <http://fi.ppp.org>
- [18] OpenMTC Projekt, Fraunhofer FOKUS, www.open-mtc.org
- [19] IETF, Service Function Chaining (sfc), <https://datatracker.ietf.org/wg/sfc/documents/>
- [20] 5GBerlin Testbed, Fraunhofer FOKUS und Heinrich Hertz Institut. Online: <http://www.5GBerlin.org>
- [21] ITG KuVS Fachgespräch NGSDP Next Generation Service Delivery Platforms, „Virtualization Impacts on Service Delivery Infrastructures

- 1 Mittlerweile wird der OpenEPC durch das Fraunhofer FOKUS Spin-Off „Core Network Dynamics“ kommerziell vertrieben.
- 2 Das nächste Fachgruppentreffen ist für den 16. März geplant und wird in Berlin beim Fraunhofer-Institut FOKUS stattfinden.

NETWORK FUNCTIONS VIRTUALIZATION (NFV) UND SOFTWARE DEFINED NETWORKING (SDN)

Teil 3: Konvergente Lösungen

Netztechniken erleben durch die Konvergenz von Kommunikations- und IT-Systemen und die zunehmende Zentrierung auf Softwaresteuerung einen grundlegenden Wandel. Dabei ist auch die Industrie vor große Herausforderungen gestellt.

Das Zusammenlaufen vormals unterschiedlicher Architekturen und Techniken – Konvergenz genannt – ist in der Industrie derzeit auf folgenden Ebenen zu beobachten:

- Auf der Transportebene mit der Etablierung von „All-IP“
- Im Bereich der Zugangsnetze (Fixed-Mobile-Konvergenz)
- Zwischen Techniken der Kommunikation und Datenverarbeitung (Communication and Processing) mit den dazugehörigen Betriebssystemen

Von diesen konvergenten Lösungen verspricht sich die Industrie deutliche Flexibilitäts- und Kostenvorteile, die durch nahtloses Systemdesign, übergreifende Ressourcenplanung, integriertes Management, vereinfachte und in ihrer Zahl verringerte Vielfalt an Standards entstehen.

IP-Transformation

Die Umstellung der Produktion auf „All-IP“ als einheitliche Plattform ist

für die Telekommunikationsunternehmen weltweit der Schlüssel zur Vereinheitlichung der Produktion und damit zur massiven Reduktion assoziierter Produktionskosten. Plattformen, die in der Vergangenheit applikationsspezifisch aufgebaut wurden, werden konsequent durch einheitliche IP-Plattformen ersetzt. Die hohe Skalierbarkeit des IP-Protokolls dient dabei der Konvergenz: Es wird möglich, alle Endpunkte und Applikationen durch ein einheitliches, zugleich aber hierarchisch gegliedertes Protokoll über eine gemeinsame Plattform für den Austausch von Daten zu verbinden. Dabei ist zu bedenken, dass genau diese Konvergenz das massive Wachstum von OTT-Angeboten gefördert hat (Abb. 1) [1]. Klar ist: Die Migration zu All-IP bedeutet für die technische Produktion und Organisation der klassischen Netzbetreiber einen massiven Wandel in der Arbeitsweise sowie auch in der Arbeitskultur.

Fixed Mobile Konvergenz (FMC)

Bei der All-IP-Transformation ist bereits berücksichtigt, dass Festnetz und Mobilfunk zusammenwachsen. Durch FMC wird ein nahtloser Service ermöglicht, beispielsweise indem nur noch eine Kunden-ID verwendet wird – also eine einheitliche Registrierung im 3G-, im Wi-Fi- sowie im Festnetz. Zum anderen besteht durch eine gemeinsame Planung und Nutzung von Ressourcen das Potenzial für signifikante Synergien und neue Produkte: So werden z.B. DSL-Ressourcen und LTE-Kapazitäten zu einem Hybrid-Access-Angebot gebündelt, bei dem Grundlasten durch DSL produziert und Spitzenlasten von LTE übernommen werden [2]. Durch intelligentes Verkehrsmanagement wird es zudem möglich, in Gebieten mit gutem Wi-Fi- (bzw. DSL-) Angebot, die LTE-Netze zu entlasten. In beiden Beispielen ist es erforderlich, zusätzliche Flexibilität durch plattformüber-

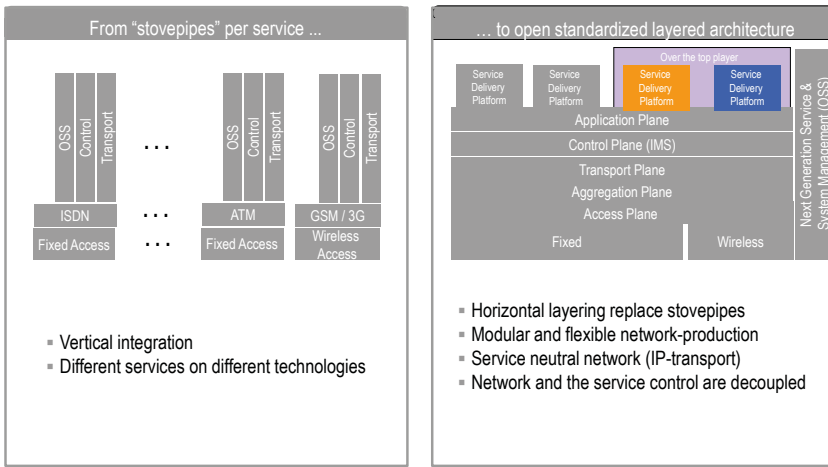


Abbildung 1: IP-Netztransformation

greifende Behandlung von Sessions zu schaffen.

Durch die gemeinsame Planung von Fest- und Mobilfunknetz entstehen Synergien, gleichzeitig auch neue Herausforderungen wie etwa die einer integrierten Netzplanung oder sehr unterschiedlicher Kostenstrukturen im Festnetz und Mobilfunk. Dies zeigte sich in der Vergangenheit besonders beim sogenannten Backhauling. Hier mussten für 3G- und LTE-Ausbau der Makrozellen in Metronetzen erhebliche Kapazitäten geplant werden. In einem weiteren Schritt der planerischen Konvergenz können im Zusammenhang mit dem Ausbau von Vectoring und VDSL-Techniken neue Standorte für Small Cells zur Kapazitätserweiterung des Funknetzes erschlossen werden. VDSL erfordert aktive „Out-Door-Cabinets“ – also Kabelverzweiger (der graue Kasten am Straßenrand), die mit aktiver Technik, DSL-Access-Multiplexen und Glasfaseranbindung ausgestattet werden. Diese Cabinets können ebenfalls sehr leicht zur Installation von Small Cells des LTE-Netzes genutzt werden – und damit die Kosten für die Anbindung des Small Cells erheblich senken. Diese Konvergenz auf technischer bzw. auf Architektur-Ebene geht deutlich über reine Angebote von Tarifbündeln hinaus, wie sie derzeit im Privatkundenmarkt angeboten werden.

IT-TK-Konvergenz

Die Konvergenz von Kommunikationssystemen und IT-Systemen, über

die ebenfalls schon seit vielen Jahren gesprochen wird, hat durch SDN und NFV in der Umsetzung einen signifikanten Schub erhalten. Mit der wachsenden Leistungsfähigkeit von Servern und Prozessoren ist die Möglichkeit entstanden, Server-Kapazitäten zwischen mehreren virtuellen Maschinen aufzuteilen. Konsequenterweise hat sich damit der Bedarf ergeben, virtuelle Netze zur Verbindung mehrerer virtueller Maschinen zu realisieren – siehe z.B. die Entwicklung des Flow Visors [3]. Aus dieser Entwicklung heraus ist wiederum ein dringender Bedarf entstanden, alle Ressourcen eines Datacenters – Compute, Storage und Networking – mittels einer einheitlichen Lösung zu „virtualisieren“ und zu „orchestrieren“. Dabei geht es darum, aus den einzelnen virtuellen Ressourcen ein virtuelles Gesamtsystem zu bauen). SDN erfüllt genau dieses Ziel.

Die Vereinheitlichung der Control-

und Betriebsunterstützungssysteme für Kommunikations- und IT-Systeme in Datacenters geht einher mit der Diskussion über Schnittstellen und generelle Bauweise. Dave James Hamilton, Amazon CTO, hat in einem der frühen Future Internet Workshops einen treffenden Vergleich zwischen der IT- und der TK-Welt aufgezeigt (Abb. 2) [4]. Die IT-Welt ist deutlich modularer und abstrahierter von der Hardware als die TK-Welt. Diese Modularisierung auf die TK-Welt zu übertragen, ist eine weitere Motivation für SDN. Insbesondere sollen Softwarekompetenten im Networking-Bereich auf universeller Hardware laufen und Netzapplikationen nicht mehr an Betriebssysteme und Hardware einzelner Hersteller gebunden sein.

Ein weiterer Schlüssel zur besseren Interoperabilität und Programmierbarkeit sind „Application Programming Interfaces“ (API), die erst mit dem Entstehen von SDN und NFV in die TK-Welt „übernommen“ wurden.

Darüber hinaus gibt es auch bei der generellen mechanischen Bauweise, Systemkühlung und Stromversorgung erhebliche Unterschiede zwischen IT- und TK-Systemen, die im Fall gemeinsamer Nutzung in einem Gebäude zu signifikanten Zusatzkosten führen. Am bekanntesten in diesem Zusammenhang sind sicher die Unterschiede bei der Stromversorgung, d.h. 40 V bis 60 V Gleichstrom bei TK und 230 V Wechselstrom bei IT. Es gibt jedoch auch deutliche Unterschiede bei der zulässigen mechanischen Tiefe und Festlegungen für Wärmefluss.

The telecommunication industry	The IT industry
<p>Central Logic manufacture</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vendor specific & Closely guarded ▪ Complex standards IEEE, IETF, ITU ▪ Very often single source 	<p>Central Logic manufacture</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Standard design at chipset level (x86 family) ▪ Multiple sources <ul style="list-style-type: none"> ▪ AMD, Intel
<p>Finished Hardware Supply</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vendor specific & closely guarded ▪ Complex standards IEEE, IETF, ITU 	<p>Finished Hardware Supply</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Standard modular design ▪ Multiple Sources <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dell, HP, IBM, SGI.....
<p>System Software Supply</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proprietary & closely guarded ▪ Single source, e.g. related to the equipment vendor 	<p>System Software Supply</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ UNIX, Linux (many distributors / support) ▪ Windows ▪ Other proprietary offerings
<p>Application Stack</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Not really supported ▪ No programming tools ▪ No 3rd party ecosystem 	<p>Application Stack</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Public / published APIs ▪ High quality programming tools ▪ Rich 3rd party ecosystem.

Abbildung 2: Vergleich der Modularisierung der Netz- und IT-Welt [4]

Fügt man alle bisher diskutierten Trends zu einem Gesamtbild zusammen, dann schwindet der Unterschied zwischen TK und IT in Zukunft und Operator werden eine universelle ICT-Fabrik betreiben, die Netz-, Computing- und Speicher-Ressourcen umfassen. Diese werden von einem übergreifenden Control Layer gesteuert und über eine universelle API angesprochen. Details zu diesen Architekturen sind beispielsweise das Terastream-Konzept der Deutschen Telekom [5] oder die Domain-2.0-Initiative der AT&T [6].

Resümee

Kernfrage ist, wie sich die Industrie im Kontext von Software Defined Networks, Network Function Virtualization, dem Zusammenwachsen von IT und Netz und der Adaption der IT Speed an Network Technologies verändern wird. Netztechniken erleben durch die Konvergenz von Kommunikations- und IT-Systemen und die zunehmende Zentrierung auf Softwaresteuerung einen grundlegenden, sogar dramatischen Wandel.

Vinod Khosla beschreibt das trefend in seinem Vortrag „SDN as a disruptive innovation and the role of disruptive innovations in high-tech industries“ [7]. Während in vergangenen Jahren die Kommunikationsindustrie im Wesentlichen auf geringe Kosten ausgerichtet war, wird es in Zeiten des rasch wachsenden Internets und der IT-Netzkonvergenz zunehmend wichtiger, die Systeme auf eine hohe Flexibilität auszulegen. Nur so können die Netzbetreiber den sich schnell ändernden Markterfordernissen gerecht werden. Diese Flexibilität ist konsequent mit programmierbaren Lösungen verbunden und geht einher mit neuen Gremien, die Interoperabi-

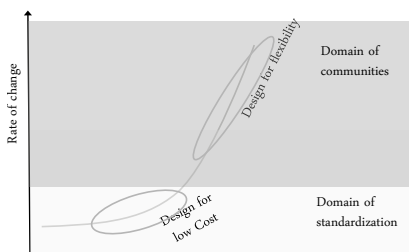
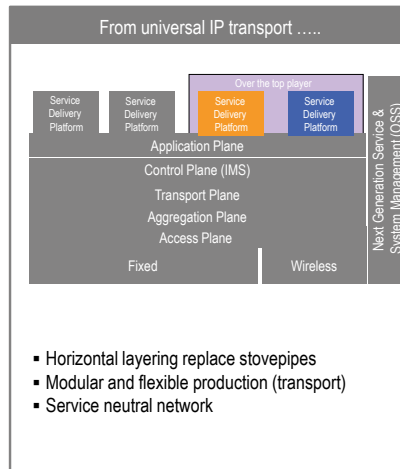
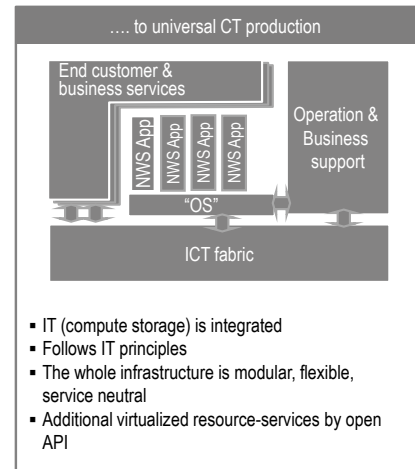


Abbildung 4: Paradigmenwechsel der Entwurfskriterien



- Horizontal layering replace stovepipes
- Modular and flexible production (transport)
- Service neutral network



- IT (compute storage) is integrated
- Follows IT principles
- The whole infrastructure is modular, flexible, service neutral
- Additional virtualized resource-services by open API

Abbildung 3: Transformation zu konvergenten ICT-Lösung

lität jenseits der klassischen Standardisierungsgremien sicherstellen.

Das ist bereits bei OpenDayLight [8], einem Gremium der Linux Foundation zur Realisierung von SDN-Controllern, oder bei OpenStack [9] beobachtbar. SDN verfolgt das Konzept der Trennung von Hard- und Software. Somit werden perspektivisch ausschließlich programmierbare Lösungen eingesetzt, die weitestgehend hardwareunabhängig sind – also auf der Hardware verschiedener Hersteller laufen. Höchste Kosten- und Flexibilitätadvorteile erreichen die Provider, die keine geschlossenen Ende-zu-Ende-Lösungen eines Herstellers verwenden, sondern offene Lösungen und Frameworks einsetzen. Das verringert die Risiken eines „Vendor-Lock-in“ und erlaubt gleichzeitig schnelle und zukunftssichere Anpassungen.

Die sich gerade etablierenden SDN-Techniken und damit verbundenen Marktveränderungen (vermehrtes Angebot durch Start-ups, Konsolidierung traditioneller Systemanbieter, Ankündigungen der Systemhersteller, Tests der Provider) zielen auf eine maximale Flexibilität beim Konfigurieren von Netz- und Cloud-Lösungen. Das Ganze geht einher mit einem deutlich erhöhten Grad der Automatisierung der Produktion und der Vermeidung manueller beziehungsweise halbmanueller Schnittstellen.

Ein führender Anbieter für Cloud VPN ist beispielsweise NTT-Communications, dessen Implementierung der SDN-Konzepte es dem Kunden erlauben, weltweit auch außerhalb des eigenen „Access Footprints“ VPNs

mit wenigen Klicks in wenigen Minuten einzurichten. Kern der zukünftigen Systemintegration ist die herstellerübergreifende Akzeptanz von geeigneten APIs. In Zukunft wird die Rolle von OpenSource-Community-Projekten wie etwa OpenDayLight weiter zunehmen [8], OPNFV [10].

DR. ANDREAS GLADISCH

T-Labs (Research & Innovation), Deutsche Telekom AG

Referenzen

- [1] BT21CN The BT 21st Century Network Program. http://en.wikipedia.org/wiki/BT_21CN
- [2] Hybrid Access. <http://www.telekom.com/medien/medienmappen/medienmappe-ifa-2014/248672>
- [3] Flow Visor. <https://github.com/Opennetworkinglab/flowvisor/wiki>
- [4] James Hamilton: Data Center Networks Are in My Way. http://mvdirona.com/jrh/TalksAndPapers/JamesHamilton_CleanSlateCTO2009.pdf
- [5] Terastream. <http://www.telekom.com/media/company/168008>
<http://www.telekom.com/innovation/201860>
- [6] Domain 2.0. http://www.att.com/Common/about_us/pdf/AT&T%20Domain%202.0%20Vision%20White%20Paper.pdf
- [7] Vinod Khosla: SDN as a disruptive innovation and the role of disruptive innovations in high-tech industries. http://www.youtube.com/watch?v=q61VqkZRjck&feature=c4-overview&list=UUHo2uqQqpmE_Cg5b4qiUpUg
- [8] Open DayLight; A Linux Foundation Collaborative Project. <http://www.opendaylight.org>
- [9] Open Stack Project. <http://www.openstack.org>
- [10] Open Platform for Network Function Virtualization. <https://www.opnfv.org>

Teil 4: Virtualisierung von Telekommunikationsdiensten

NFV und SDN sind zwei zentrale Konzepte zur Virtualisierung von Telekommunikationsdiensten und stellen jeweils spezifische Anforderungen in Bezug auf ihre Umsetzung und Anwendung.

Virtualisierungstechnologien sind seit vielen Jahren erfolgreich im Einsatz und finden in immer neuen Bereichen Anwendung. Derzeit besteht großes Interesse, in der Telekommunikationsbranche Betriebsmittel und Telekommunikationsdienste zu virtualisieren. Network Function Virtualization (NFV) und Software Defined Networking (SDN) sind dabei zentrale Technologien, von denen erwartet wird, die Überführung dieses Interesses in konkrete Lösungen für virtualisierte Telekommunikationssysteme zu ermöglichen.

SDN ist ein neuer Ansatz zum Entwurf und Betrieb von Netzwerken. Im Gegensatz zu heutigen Netzwerken werden die Kontrollfunktionen (Control Plane) in SDN von der Datentransportebene (Data Plane) getrennt und logisch zentral im Netzwerk mittels Software verwirklicht [1]. So entsteht ein flexibel programmierbares, virtuelles Netzwerk, welches höheren Schichten eine einheitliche Konfigurationsschnittstelle zur Verfügung stellt. Damit werden Netzwerke flexibler, leichter zu verwalten und können somit skalierbar und dynamisch an sich ändernde Anforderungen angepasst werden.

NFV zielt darauf ab, Telekommunikationsdienste wie Telefonie und Video-streaming, die heute im Netzwerk mittels speziell konditionierter und angepasster Hardware verwirklicht werden, durch flexible Cloud-basierte Software zu ersetzen [2]. Dazu sollen bewährte IT-Virtualisierungsmethoden genutzt und so erweitert werden, dass eine Vielzahl solcher Telekommunikationsfunktionen auf einer Standard-Hardware-Plattform gemeinsam zur Ausführung gebracht werden können. Dieser Übergang der Verwendung von speziell angepasster zu Standard-Hardware wird schematisch in Abb. 1 dargestellt. Abb. 1b zeigt, wie die jeweiligen Netzwerkfunktionen von Dienst 1 und 2 mittels der dargestellten Virtualisierungsschicht auf physikalische Ressourcen zugewiesen werden können. Im Gegensatz dazu stellt Bild 1a dar, wie heute für jeden Dienst und oft sogar für jede einzelne Netzwerkfunktion eines Dienstes speziell konditionierte Hardware verwendet wird. Von dieser in Bild 1b dargestellten Konsolidierung der Hardware auf Standardkomponenten, wie sie beispielsweise in Datenzentren und somit in der Cloud zur Verfügung stehen,

erwartet man eine Vielzahl von Vorteilen. Wegen der Hardwareunabhängigkeit können virtualisierte Softwarefunktionen jederzeit flexibel auf vorhandener Hardware und an den im Netzwerk für die jeweilige Funktion am besten geeigneten Ort zur Ausführung gebracht werden. NFV-Netzwerke ermöglichen auch deutlich schnellere Innovationszyklen beim Einsatz von verbesserten oder gänzlich neuen Diensten und Funktionen. Diese können per Software-Installation auf die bestehende Cloud-Hardware eingespielt und in Betrieb genommen werden. Dadurch reduziert sich auch der Investitionsaufwand für mittels NFV virtualisierte Dienste, da es nicht mehr notwendig ist, für unterschiedliche Funktionen jeweils spezielle Hardware bereitzustellen. Darüber hinaus unterstützen NFV-basierte Funktionen eine flexible „pay-as-you-grow“-Strategie, die übermäßiges Vorhalten von dedizierter funktionsspezifischer Hardware vermeidet. Ebenso erwartet man eine Senkung der Betriebskosten, da sich das Management von Funktionen und Diensten deutlich vereinfacht.

Grundsätzlich handelt es sich bei NFV und SDN um zwei voneinander unabhängige Konzepte mit jeweils unterschiedlichen Aufgabenstellungen. Es wird aber erwartet, dass diese Konzepte in zukünftigen Netzwerken gemeinsam Anwendung finden [3]. So können etwa die Kontrollfunktionen einer SDN-Lösung selbst virtualisiert und als NFV-basierter Dienst verwirklicht werden. Andererseits kann eine NFV-Lösung die gebotene einfache und flexible Programmierbarkeit eines SDN-basierten Netzwerks nutzen. So kann beispielsweise mittels SDN-Mechanismen eine Netzwerkverbindung zwischen verschiedenen Elementen eines Dienstes, die auf unterschiedlichen Cloud-Ressourcen arbeiten, einfach hergestellt werden.

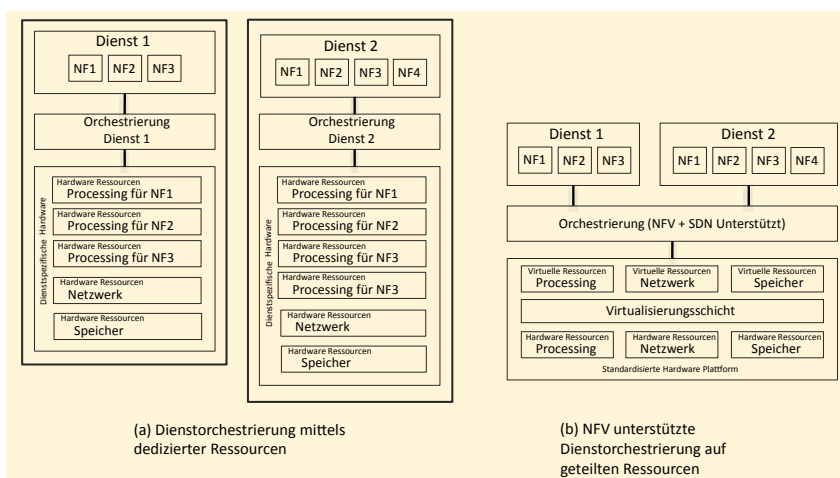


Abbildung 1: Orchestrierung in heutigen und zukünftigen NFV- und SDN-unterstützten Systemen

Die Konzepte SDN und NFV sind wichtige Bausteine, die alleine aber noch nicht ausreichen, wie beispielhaft in [4] und [5] dargestellt. Die Virtualisierung von Telekommunikationsdiensten ermöglicht letztendlich die Realisierung einer größeren Vision – die Vision von uneingeschränkten Kommunikationsmöglichkeiten. Dahinter steht die Idee einer unendlich leistungsfähigen Kommunikationsplattform, die jedem Nutzer jederzeit zur Verfügung steht. Eine Welt, in der Dienste keinen Beschränkungen mehr unterliegen und Einschränkungen bezüglich der Verfügbarkeit von Ressourcen nicht mehr existieren. Die Verwirklichung dieser Vision uneingeschränkter Kommunikation hätte weitreichende Folgen. Nutzer einer solchen Plattform müssten sich nicht mehr über die Unterbrechung von Videos zum Nachladen ärgern. Nicht verfügbare Kommunikationsdienste, langsame Antwortzeiten oder unbefriedigende Erfahrungen bei kollaborativen Diensten würden endgültig der Vergangenheit angehören. Höchstauflösende Videodienste wären unabhängig von Ort und Zeit immer verfügbar und der Zugriff auf für den Nutzer aktuell wichtige Informationen wäre zu jedem Zeitpunkt nur einen Wimpernschlag entfernt. Es gäbe keine Wartezeit mehr, bis eine Webseite lädt oder bis eine Videoübertragung startet. Nutzer einer solchen Plattform hätten Zugriff auf eine Vielzahl unterschiedlichster Dienste. Eine solche Plattform würde es Entwicklern ermöglichen, jeden denkbaren Dienst zu realisieren, und verfügbare Dienste könnten jederzeit auf die sich ändernden Bedürfnisse und Angewohnheiten der Nutzer angepasst werden.

Die Vision eines vollkommen unbegrenzten Kommunikationssystems ist natürlich schwerlich zu erreichen. Kommunikationssysteme benötigen Netzwerk- und Datacenter-Ressourcen, die letztendlich begrenzt verfügbar sind. Deshalb fokussiert unsere Forschung darauf, Technologien zu entwickeln, welche für jeden Nutzer den Anschein von unbegrenzt verfügbaren Ressourcen erwecken – obwohl tatsächlich verfügbare Ressourcen und Dienste beschränkt sind.

Eine maßgebliche Herausforderung zur technischen Realisierung

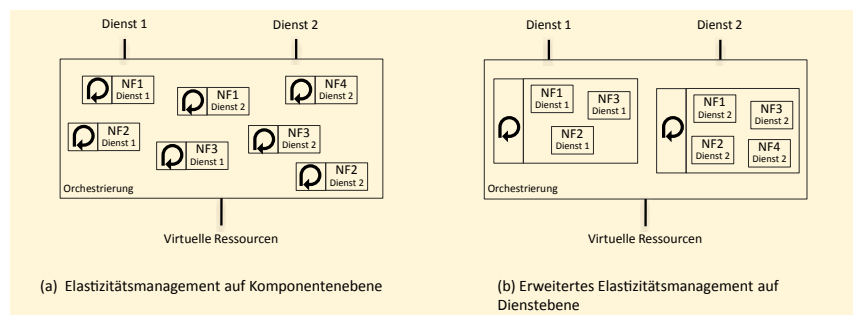


Abbildung 2: Vergleich von Orchestrierung auf Komponenten- und Dienstebene

dieser Vision besteht darin, die unterschiedlichen Elemente und Funktionen der auf unserer Plattform angebotenen Dienste hoch elastisch an sich schnell ändernde Anforderungen anpassen zu können. Dabei muss einerseits sichergestellt werden, dass jederzeit, entsprechend dem aktuellen Bedarf, ausreichend viele Betriebsmittel für jede Funktion vorgehalten werden. Nur so kann eine reibungslose Ausführung der verwendeten Dienste für jeden Nutzer sichergestellt werden. Andererseits sollten keine Ressourcen unnötig belegt werden, sodass diese jederzeit für die Ausführung anderer Funktionen bereitstehen und bei Bedarf schnellstmöglich eingesetzt werden können. Zudem machen es die dynamischen Eigenschaften vieler Dienste und Netzwerkfunktionen erforderlich, dass diese mit einem hohen Maß an Elastizität bereitgestellt und angepasst werden müssen.

Das heute übliche Verfahren zur Elastizität von Cloud-basierten Diensten beruht darauf, Kapazitätsanpassungen für jede virtuelle Maschine (VM), die eine Funktionalität zur Gesamtfunktion eines Dienstes beiträgt, separat durchzuführen [6]. Entscheidungen darüber, wann Kapazitätsanpassungen erforderlich sind, basieren auf schwellwert-basierten Entscheidungsmethoden [7], die auf Messungen der Ressourcenauslastung basieren. Wenn beispielsweise die CPU-Auslastung einer VM die 70-Prozent-Marke überschreitet, kann ein schwellwert-basiertes Verfahren entscheiden, dass eine weitere VM mit derselben Funktionalität gestartet wird. Dieses Verfahren hat mehrere Nachteile. Es ist grundsätzlich reaktiv, d.h. neue VMs werden erst dann hinzugefügt, wenn eine bestimmte Lastgrenze überschritten wird. Zudem werden VMs, die zusammen einen Dienst erbringen, lediglich einzeln betrachtet und nicht im Kontext des Gesamtdienstes.

Wir schlagen daher vor, neue Algorithmen und Mechanismen zum Management von virtualisierten Diensten zu entwickeln, die sich das Verständnis des Gesamtdienstes zunutze machen. Diese Algorithmen und Mechanismen behandeln die einzelnen Dienstkomponten nicht mehr separat, sondern betrachten einen Dienst, wie in Abb. 2 dargestellt, als Ganzes. Dies ermöglicht es, Wissen über Abhängigkeiten zwischen einzelnen Komponenten zu nutzen, um vorausschauende Anpassungen bezüglich der den Komponenten zugewiesenen Ressourcen durchzuführen. Die Herausforderung besteht darin, die Abhängigkeiten der einzelnen Komponenten eines Dienstes zu erfassen und daraus effiziente systemweite Skalierungsregeln abzuleiten, welche den geforderten hohen Anforderungen bezüglich Elastizität genügen.

Zum Ermitteln der Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Dienstkomponten und den sich daraus ergebenden Skalierungsregeln ziehen wir in unserer Forschung sämtliche Messdaten, die innerhalb der Cloud-Infrastruktur verfügbar sind, heran. Darüber hinaus beziehen wir zusätzliche Messdaten aus den Diensten selbst in die entsprechenden Algorithmen mit ein. Diese Daten werden genutzt, um ein tiefer gehendes Verständnis über den derzeitigen Zustand des Dienstes und dem daraus zu erwartenden Ressourcenbedarf der einzelnen Dienstkomponten zu bestimmen. Mittels der Skalierungsregeln können dann die den einzelnen Dienstkomponten zugewiesenen Betriebsmittel entsprechend vorausschauend angepasst werden.

Wir haben diesen proaktiven und auf Dienstebene arbeitenden Skalierungsmechanismus für virtualisierte Alcatel-Lucent-IMS-Produkte prototypisch implementiert und mit einem reaktiven Skalierungsmechanismus verglichen. Erste Untersuchungen zeigen insbesondere für dynamische Anwendungsszenarien ein deutlich verbessertes

Dienstverhalten und eine Verbesserung der angebotenen Dienstgüte.

Mit der Einführung von NFV und SDN steht die Telekommunikationsbranche vor großen Veränderungen. Mittels Virtualisierung werden zukünftig Telekommunikationsdienste in Software verwirklicht, die auf standardisierter Hardware ausgeführt werden. Vorhandene Ressourcen können somit besser ausgelastet werden und Netz- und Dienstmanagement können automatisiert werden. Dies ermöglicht es Netzbetreibern, neue Dienste schneller ausrollen zu können und sich somit neue Märkte zu erschließen. Eine Herausforderung dabei ist jedoch das Verwalten der Dienste und ihrer Ressourcen. Idealerweise wird der Eindruck unbegrenzt verfügbarer Dienste und Ressourcen durch extrem effizientes Verwalten der tatsächlich verfügbaren Betriebsmittel erzeugt. Um dies

zu erreichen, sind neue leistungsfähige Managementverfahren erforderlich. Die dargestellte ganzheitliche Betrachtung eines Dienstes, die ein effizientes und leistungsfähiges Ressourcenmanagement verwirklicht, stellt dabei ein Beispiel für ein solches neues Verfahren dar.

MARKUS BAUER, VOLKER HILT

Bell Labs/Alcatel-Lucent

Referenzen

- [1] Open Networking Foundation (ONF), „Software-Defined Networking: The New Norm for Networks“, ONF White Paper, April 2012, <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf>
- [2] ETSI NFV ISG, „Network Function Virtualization – Introductory White Paper“, SDN and OpenFlow World Congress, Darmstadt, Deutschland, 2012, http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf

- [3] Open Networking Foundation, „OpenFlow-enabled SDN and Network Functions Virtualization“, ONF Solution Brief, Februar 2014, <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/solution-briefs/sb-sdn-nfv-solution.pdf>
- [4] S. Clayman, E. Maini, A. Galis, A. Manzalini, N. Mazzocca, „The Dynamic Placement of Virtual Network Functions“, Network Operations and Management Symposium (NOMS), Krakow, Polen, 2014
- [5] A. Gember-Jacobson, R. Viswanathan, C. Prakash, R. Grandl, J. Khalid, S. Das und A. Akella, „OpenNF: Enabling Innovation in Network Function Control“, University of Wisconsin-Madison, <http://pages.cs.wisc.edu/~akella/papers/opennf.pdf>
- [6] Amazon Web Services, „Auto Scaling – Developer Guide“, <http://docs.aws.amazon.com/AutoScaling/latest/DeveloperGuide/as-dg.pdf>
- [7] Amazon Web Services, „Elastic Load Balancing“, <http://aws.amazon.com/elasticloadbalancing/>

NETWORK FUNCTIONS VIRTUALIZATION (NFV) UND SOFTWARE DEFINED NETWORKING (SDN)

Teil 5: SDN und NFV aus der Sicht des Netzanbieters

Inwiefern können virtualisierte Netzwerkfunktionen in Cloud-Rechenzentren betrieben werden? Vor dieser Frage stehen Netzanbieter angesichts der Veränderungen in der Telekommunikationslandschaft.

Google, Facebook, Yahoo und andere Internet-Firmen haben gezeigt, dass mithilfe eines neuen rechenzentrumsbasierten Produktionsmodells bei optimierten Kosten eine hohe Flexibilität, Agilität, extreme Skalierbarkeit und höchste Verfügbarkeit erzielt

werden können. Spätestens mit der Umsetzung eines „All-IP“-Ansatzes stellt sich auch für Netzanbieter die Frage, wie ein Ansatz ähnlich dem der Internetfirmen in der eigenen Produktionskette umgesetzt werden kann. Welche Komplexität wird im Netz beziehungsweise in den Routern als IP-Paketvermittlungstellen noch benötigt, welche Funktionen können effizienter in eng mit dem IP-Netz gekoppelten Rechenzentren erbracht werden?

Hochleistungsrouter in den Kernnetzen der Netzanbieter nutzen spezielle Hardware, die von den Herstellern mit immer noch hohen Profiten vertrieben werden. Einige der am Markt verfügbaren Router unterstützen den Einbau von x86-basierten Serverkarten zur

Produktion von Netzwerkfunktionen – diese werden dann allerdings mit den im Routermarkt typischen hohen Margen verkauft. Auch eigentlich softwarebasierte Netzfunktionen wie Multimediadienste oder die Videoverteilung werden heute meist auf teurer, dedizierter Hardware betrieben, auch wenn intern vielleicht x86-Technik eingesetzt wird.

In einem Rechenzentrum hingegen kann Standardhardware eingesetzt werden, zudem können die Vorteile aus dem Mooreschen Gesetz sehr schnell umgesetzt werden. Rechenzentren sind für Netzanbieter keineswegs neu – schon seit Großrechnerzeiten werden sie in breiter Fläche eingesetzt, angefangen von der Rechnungserstellung bis zu E-Mail und Speicherdiensten. Mit Hochsicherheitsrechenzentren für Unternehmensdienste, wie das kürzlich einge-

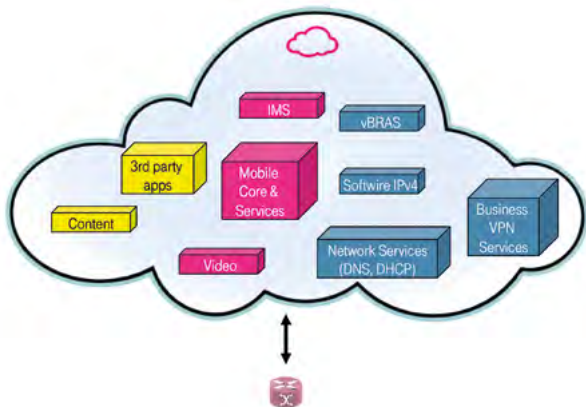


Abbildung 1: Infrastructure Cloud – 40.000-Fuß-Sicht

weichte Cloud-Rechenzentrum der T-Systems in Magdeburg/Biere [1], zeigen deutsche Netzanbieter eindrucksvoll, dass man in dieser Technik sogar eine weltweite Führungsrolle wahrnimmt. Können virtualisierte Netzwerkfunktionen nicht einfach in solchen Cloud Rechenzentren betrieben werden?

NFV und die Infrastructure Cloud

Rechenzentren sind traditionell auf Rechenleistung und Speicherzugriff optimiert. Eine ERP-Applikation in einem dreistufigen Architekturmodell ist hier ein gutes Beispiel – Netzwerkverkehr in einem für Unternehmensapplikationen wie SAP optimierten Rechenzentrum fließt typischerweise in Ost-West-Richtung zwischen den beteiligten Servern. Hochverfügbarkeit wird in einem für Unternehmenskommunikation optimierten Rechenzentrum durch Redundanz auf Netzwerk-, Speicher- und Serverebene gewährleistet – die Kosten für den dafür notwendigen Hardwareaufwand sind verglichen mit den Kosten für einen Serviceausfall vernachlässigbar.

Netzwerkfunktionen in einem Netz eines Telekommunikationsanbieters sind jedoch von anderer Natur. Der Verkehr fließt typischerweise in Nord-Süd-Richtung vom Server direkt in Richtung des Netzwerks. Eine enge Integration des Rechenzentrums in das Routingsystem erlaubt die Realisierung neuer Redundanzkonzepte durch gemeinsame Optimierung des IP-Netzes und der Rechenzentren, zum Beispiel durch Nutzung des IP-Anycast-Verfahrens in einer verteilten Rechenzentrums Umgebung. Unter der Annahme, dass 40 Prozent bis 50 Prozent des zukünftigen IP-Verkehrs aus netznahen Rechenzentren erbracht werden, wäre ein traditionelles Unternehmensrechenzentrum mit Ost-West-Verkehrsoptimierung komplett falsch dimensioniert: Teuer bezahlte Hardwareredundanz würde genau wie die Netzwerkoptimierung für Ost-West-Verkehr nicht genutzt, stattdessen läuft man in Engpässe in Nord-Süd-Richtung, denn ein Unternehmensrechenzentrum ist typischerweise nur mit einem Vielfachen von 10 Gbit/s an das IP-Netz angebunden. Virtualisierte Netzwerkfunktionen benötigen einen neuen auf Netz-

werk-Ein-und-Ausgabe optimierten Rechenzentrumstyp. Bei vollständiger Automatisierung stellt dies auch einen neuen Cloud-Typ dar. Die Deutsche Telekom hat dies als Infrastructure Cloud bezeichnet.

Abb. 1 zeigt einen Infrastructure-Cloud-Überblick aus hoher Flughöhe – die Server der Infrastructure Cloud sind mit mehreren 10-Gbit/s-Ethernet-

Interfaces direkt an die Kernnetzrouter angebunden. In der Infrastructure Cloud werden zum Betrieb des Netzes notwendige Dienste wie das Domain Name System oder DHCP, VPN-Dienste für Geschäftskunden, Broadband Remote Access Server (blau), Mehrwertdienste wie IMS zur Erbringung von Sprach- und Multimediadiensten, die IP-Paketverarbeitung für das Mobilfunknetz oder Videodienste (magenta), oder Partnerdienste wie die Verteilung von Internethinhalten (gelb) betrieben.

Das Infrastructure-Cloud-Konzept wurde von der Deutschen Telekom in 2011 entwickelt und zunächst mit den Anbietern von Netzwerkfunktionen besprochen. Wegen der zu erwartenden grundlegenden Änderungen der Geschäftsmodelle von einem hardwarebasierten Ansatz mit hohen Margen hin zu einem Softwaremodell mit noch unklaren Geschäftsmodellen wurde das Konzept auf Herstellerseite mit äußerster Zurückhaltung aufgenommen. Der Autor musste daher nach Allianzpartnern suchen, die ähnliche Anforderungen hatten. Dies geschah auf dem 2. Open Networking Summit [2] 2012 in Santa Clara, CA, USA. Anbieter wie Verizon oder British Telecom und andere hatten ähnliche Anforderungen und ähnliche Probleme, diese bei Herstellern umzusetzen. Es wurde damals beschlossen, eine Organisation zu gründen, die die Anforderungen der Netzanbieter dokumentiert und ein entsprechendes Signal an die Hersteller schickt. Im Oktober 2012 wurde die ETSI NFV ISG angekündigt, im November 2012 dann offiziell etabliert [3]. Inzwischen sind die 37

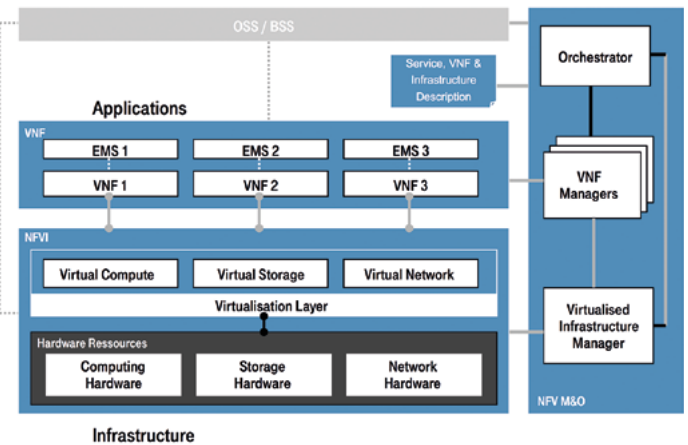


Abbildung 2: ETSI-NFV-Referenzarchitektur

größten weltweiten Netzanbieter und insgesamt mehr als 230 Firmen Teil dieser Gruppe. Das dadurch gesendete Signal wurde von der Industrie laut und deutlich verstanden – inzwischen hat sich ein regelrechter Hype um das Thema NFV entwickelt. Abb. 2 zeigt die in der ETSI-NFV-Gruppe entwickelte Referenzarchitektur. Im Bereich der NFV-Infrastruktur wird heute typischerweise x86-basierte Standardhardware eingesetzt. Es gibt auch schon erste Netzanbieter, die dem ursprünglich von Facebook ins Leben gerufenen Open Compute Project [4] folgen – der Open-Source-Gedanke wird hier auf Server-, Netz- und Speicherhardware angewandt. Im Bereich der Virtualisierung und der Orchestrierung der Infrastruktur hat sich Open-Source-Software durchgesetzt – fast alle Netzanbieter setzen auf KVM oder XEN als Hypervisor und OpenStack [5] als Cloud-Orchestrierung.

Die Situation auf Anwendungsebene ist deutlich herausfordernder. Praktisch jeder Anwendungshersteller möchte seine eigene Orchestrierung mitbringen – dies würde jedoch zu einem Zoo von Orchestrierungen führen, die mit der Grundanforderung zu Einfachheit und Skalierbarkeit der Umgebung nicht mehr im Einklang stehen. Hier arbeiten Hersteller, Netzanbieter und die Open-Source-Gemeinde noch an zukünftigen Lösungen, die für die Netzanbieter auch die Herstellerunabhängigkeit sicherstellen werden.

In den ersten Pilotimplementierungen (s. Abb. 3) von virtualisierten Netzwerkfunktionen wie IMS oder einem Packet-Core für Mobilfunknetze wurden hardwarebasierte Umgebungen

eins zu eins in virtuelle Maschinen umgesetzt – dies nutzt jedoch die Vorteile einer Cloud-Umgebung nicht, Hochverfügbarkeit und Skalierung können so nur schlecht umgesetzt werden. Bruno Orth, Deutsche Telekom, hat dies treffend mit „virtualisiertes Chaos ist immer noch Chaos“ beschrieben. Die Hersteller müssen die Herausforderung annehmen und ihre Netzwerkfunktionen überarbeiten und an die Infrastructure Cloud anpassen – hier zeigen zurzeit hauptsächlich Start-ups sehr interessante Ansätze auf.

Bei allem Enthusiasmus muss man aufpassen, dass NFV nicht überpositioniert wird. Auch in den nächsten Jahren kann man zum Beispiel Hochleistungsrouter mit vielen Hundert-Gigabit-Ethernet-Interfaces nicht durch virtualisierte Netzfunktionen ersetzen. Der Energieaufwand wäre hier deutlich höher als bei Verwendung der dedizierten Netzwerkprozessoren in den heutigen Hochleistungsroutern. Zudem stellt hier die I/O-Architektur heutiger Server einen Engpass dar. Der Bereich der mittleren und kleineren Router kann aber sehr wohl virtualisiert werden, hier haben verschiedene Routerhersteller in den letzten Wochen Produkte angekündigt.

Bis zur vollständigen Virtualisierung aller Netzfunktionen in einer Infrastructure Cloud wird sicher noch etwas Zeit vergehen – wichtig ist, dass die Netzanbieter heute schon erste Betriebserfahrungen sammeln und sich für die ab 2016 zu erwartende Zukunft rüsten. Ein Wechsel auf ein NFV-basiertes Produktionsmodell erfordert neue Teamstrukturen, in denen IP-Routing-, Rechenzentrums-, Anwendungs- und Betriebskenntnisse zusammenkommen. Bei den Inter-

netfirmen hat dies zu einem sogenannten devops-Modell geführt – ein Anwendungsentwickler übernimmt durchgängige Verantwortung für seine Applikation bis hin zur Automatisierung und der betrieblichen Umsetzung. Dies ist nicht eins zu eins auf die Telekommunikationswelt abbildbar, viele Netzanbieter arbeiten heute an der Ausgestaltung und Umsetzung eines Telko-devops-Modells.

NFV und SDN

Für viele stellt sich die Frage, wie die Virtualisierung von Netzfunktionen und Software Defined Networking zusammenhängen, häufig werden die Begriffe auch aus fehlendem Verständnis synonym verwendet. NFV und SDN sind komplementäre Technologien, die sich zu flexiblen Lösungen für Netzanbieter und Unternehmen ergänzen lassen.

Ein Beispiel ist die Hintereinanderschaltung von Diensten, das sogenannte Service Chaining. Unternehmenskunden wünschen sich VPN-Dienste, die flexibel mit Sicherheitsdiensten wie Firewall, Intrusion Detection oder Antivirenlösungen kombiniert werden können – ohne SDN ist dies in einer virtualisierten Produktionsumgebung nur schwer umsetzbar. Mithilfe von SDN-Konzepten kann der Paketfluss aber unabhängig vom regulären Routing beeinflusst werden, sodass die vom Kunden gewünschte Veredelung der Dienste möglich wird. NTT Communications hat hier schon 2013 erste Lösungen vorgestellt – die generelle Markteinführung derartiger Dienste steht jedoch noch aus.

Die 2011 gegründete Open Networking Foundation (ONF) [6] hat verschiedene Szenarien zur Nutzung von Service Chaining im NFV-Umfeld dokumentiert [7] und unterstützt die Implementierung durch geförderte Open-Source-Projekte. Neben Google, Facebook, Yahoo und Microsoft hören auch Verizon und die Deutsche Telekom zu den Gründungsmitgliedern der ONF. Die Gründungsmitglieder setzen sich zusammen mit NTT und Gold-

man Sachs im Vorstand der ONF für die Spezifikation und Verbreitung von SDN-basierten Lösungen ein.

Auch andere Organisationen wie das Metro Ethernet Forum haben sich der Netzung von SDN und NFV angenommen – im Rahmen der 3rd Network Initiative [8] kombiniert man SDN und NFV zur Lieferung von flexiblen globalen Ethernet-basierten VPN-Lösungen.

Fazit

NFV und SDN haben das Potenzial, die Telekommunikationslandschaft grundlegend zu verändern. Auch wenn die Netzanbieter sicher nicht Google II oder Facebook II werden – die aus dem Bereich der Internetfirmen getriebenen Entwicklungen werden für Netzanbieter adaptiert. Im Bereich SDN spielen die Netzanbieter wie NTT, Verizon oder die Deutsche Telekom sogar in derselben Liga wie Google oder Facebook. Die breite Adaption der Technologien wird in den nächsten Jahren erfolgen – bis dahin ist noch sehr viel Arbeit im Bereich der Orchestrierung und Automatisierung der Dienste zu leisten. Themen wie die Optimierung der verwendeten Server für Netzwerk-I/O mit höchster Leistung (mehrere Hundert Gb/s) sind im Fokus der gesamten Server- und Netzanbieterindustrie.

AXEL CLAUBERG

verantwortlich für die Bereiche Aggregation, Transport und IP im Group-CTO Team der Deutschen Telekom AG

Referenzen

- [1] <http://www.telekom.com/medien/loesungen-fuer-unternehmen/241580>
- [2] Open Networking Summit 2012. <http://www.opennetsummit.org/archives/apr12/site/>
- [3] ETSI NFV ISG. <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>
- [4] Open Compute Project. <http://www.opencompute.org>
- [5] OpenStack. <http://www.openstack.org>
- [6] Open Networking Foundation. <http://www.opennetworking.org>
- [7] SDN und NFV Whitepaper der ONF. <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/solution-briefs/sb-sdn-nfv-solution.pdf>
- [8] Metro Ethernet Forum 3rd Network Initiative. <http://metroethernetforum.org/third-network/overview>

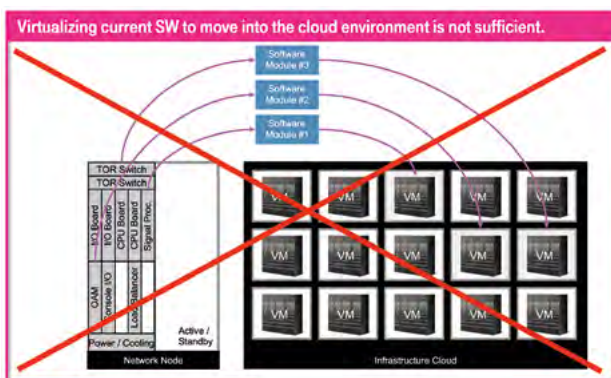


Abbildung 3: Virtualisierung bestehender Netzfunktionen

Virtualisierung in 5G-Mobilfunknetzen

Es wird bereits intensiv an der fünften Mobilfunkgeneration (5G) geforscht und entwickelt. Dabei stellt die virtualisierte Implementierung des Mobilfunknetzes besondere Herausforderungen dar.

Nach der Einführung von LTE und LTE-Advanced wird aktuell an der fünften Mobilfunkgeneration (5G) geforscht, welche nicht nur den rasant steigenden Datenraten Rechnung trägt, sondern auch der hohen Dienstvielfalt. Hierzu wird eine Vielzahl neuer Technologien betrachtet, die beispielweise eine neue Luftschnittstelle, Systemarchitektur und Dienstplattformen beinhalten. Insbesondere die virtualisierte Implementierung des Mobilfunknetzes wird von signifikanter Bedeutung sein. Hierbei werden die unterschiedlichen Netzwerkfunktionen auf der Basis von offenen, standardisierten und kompatiblen Software- und Hardwarekomponenten realisiert. Die Virtualisierung der Core-Netzwerke wird bereits im Rahmen der ETSI ISG Network Function Virtualization (NFV) vorangetrieben. Neu hingegen sind Ansätze zur Virtualisierung von Funkzugangnetzen, wie sie

beispielsweise in dem FP7-Projekt iJOIN betrachtet werden [1].

Ein Ansatz zur Realisierung der erforderlichen Datenraten in 5G-Mobilfunknetzen besteht im Aufbau von sehr dichten Small-Cell-Netzen mit kleineren Zellgrößen [2]. Diese dichten Netze sind jedoch komplizierter zu organisieren und können beträchtlichen zeitlichen und räumlichen Schwankungen des Datenverkehrs unterliegen, was ebenso große Schwankungen der Ressourcen zur Kommunikations- und Datenverarbeitung impliziert. Im herkömmlichen Systementwurf wurden die einzelnen Komponenten an dem maximal zu erwartenden Verkehrsaufkommen dimensioniert, was sowohl hohe Kosten als auch Verschwendung von Ressourcen bedeutet. Im Gegensatz hierzu lassen sich in zentralisierten Mobilfunknetzen diese Variationen zum flexiblen Einsatz der zur Verfügung stehenden Ressourcen nutzen. Hierzu

können die Verarbeitungskomponenten je nach Datenanforderungen und Verfügbarkeit von Backhaulverbindungen in den Funkzugangspunkten oder in der zentralen IT-Plattform ausgeführt werden [3]. Diese virtualisierte Implementierung ermöglicht deutliche Kosteneinsparungen gegenüber herkömmlichen Netzen [4].

DR.-ING. DIRK WÜBBEN

Arbeitsbereich Nachrichtentechnik an der Universität Bremen

DR.-ING. PETER MATTHIAS R. ROST

Senior Researcher, NEC Laboratories Europe, Heidelberg

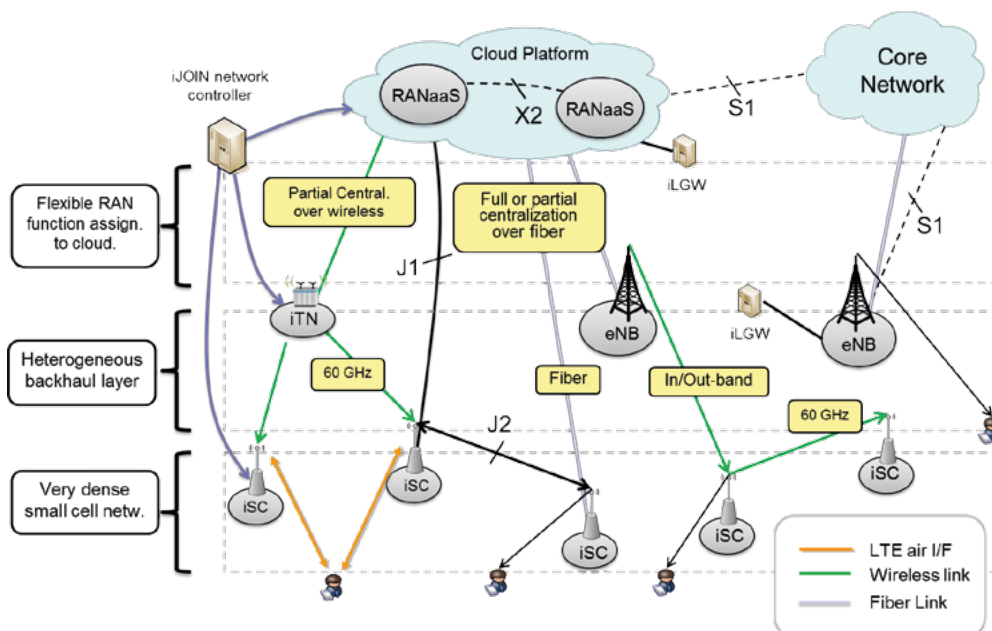
Referenzen

[1] iJOIN (Interworking and JOInt Design of an Open Access and Backhaul Network Architecture for Small Cells based on Cloud Networks), FP7 Projekt, <http://www.ict-ijoin.eu>

[2] P. Rost, C.J. Bernardos, A. De Domenico, M. Di Girolamo, M. Lalam, A. Maeder, D. Sabella und D. Wübben: „Cloud technologies for flexible 5G radio access networks“, IEEE Communications Magazine, Vol. 52, No. 5, S. 68-76, Mai 2014

[3] D. Wübben, P. Rost, J. Bartelt, M. Lalam, V. Savin, M. Gorgolione, A. Dekorsy und G. Fettweis: „Benefits and impact of cloud computing on 5G signal processing“, IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 31, No. 6, S. 35-44, November 2014

[4] iJOIN deliverable D5.2 „Final definition of iJOIN requirements and scenarios“, November 2014



Übersicht des iJOIN-Systems



Gruppenbild der Ehrenden und Geehrten (v.l.n.r.): Dr.-Ing. Hans Heinz Zimmer (VDE-Vorstandsvorsitzender); Dr.-Ing. Stefan Beer, Dr.-Ing. Lars Reichardt; Dr.-Ing. habil. Sławomir Stanczak; Dipl.-Ing. Mario Goldenbaum; Jun.-Prof. Dr.-Ing. Delphine Christin; Dr.-Ing. Thorsten S. Albach, Dr.-Ing. Michael Meißer; Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Joachim Hagenauer; Prof. Dr.-Ing Ingo Wolff (ITG-Vorstandsvorsitzender)

PREISVERLEIHUNG

60 Jahre ITG und viele Ehrungen

Im Rahmen der Feier zum 60-jährigen Jubiläum der ITG fand am 12. November in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften in Berlin die Verleihung der ITG-Preise 2014 statt. Darüber hinaus wurde in diesem Jahr auch der GMM-Preis verliehen.

Mit ihren Auszeichnungen ehrt die ITG sowohl außergewöhnliche Leistungen des akademischen Nachwuchses als auch das Werk herausragender Wissenschaftler. Bei der Verleihung Mitte November in Berlin, die im Rahmen der Feierlichkeiten anlässlich des 60-jährigen Jubiläums der ITG stattfand, wurden Preise in mehreren Kategorien vergeben.

ITG-Preis für hervorragende Veröffentlichungen

Sieben Mitglieder wurden in diesem Jahr mit dem ITG-Preis für hervorragende Veröffentlichungen ausgezeichnet. So wurde Dr.-Ing. Shamsul Arafin, Research Scholar an der University of California in Los Angeles (USA), für seine Arbeit „review of recent progress of III-nitride nanowire lasers“ geehrt. Herr Arafin hat sich in den letzten

Jahren intensiv mit niedrig-dimensionalen Verbindungshalbleitersystemen für optoelektronische Anwendungen beschäftigt. In der ausgezeichneten Publikation fasst Herr Arafin den aktuellen Forschungsstand auf diesem Gebiet zusammen.

Ausgezeichnet wurde auch Dipl.-Ing. Nikola Zlatanov, Gastwissenschaftler an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. In seinem Aufsatz „Buffer-Aided Relaying With Adaptive Link Selection – Fixed and Mixed Rate Transmission“ behandelt er ein bidirektionales Relaismodell, welches aus einer Quelle, dem Relais und dem Ziel besteht. Das Relais besitzt einen Puffer, sodass auch verzögerte Übertragung möglich ist. Der Zugang von Herrn Zlatanov sei innovativ und gäbe tiefe Einsichten in die optimale Steuerung von Relaisübertragung mit Zwischenspeiche-

rung, so Laudator Prof. Dr. Rudolf Mathar.

Dr.-Ing. Stefan Beer, bei der Airbus Defence and Space GmbH tätig, Dr.-Ing. Christian Rusch, Entwicklungsingenieur im Automotive-Bereich der Firma TE-Connectivity am Standort Bensheim und Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick, Professor für Höchstfrequenztechnik und Elektronik am Karlsruher Institut für Technologie, haben gemeinsam den Aufsatz „An Integrated 122-GHz Antenna Array with Wire Bond Compensation for SMT Radar Sensors“ verfasst. In der Veröffentlichung wird ein Gehäuse- und Antennenkonzept für einen miniaturisierten Radarsensor vorgestellt. Ein Fokus der Arbeit lag auf einem effizienten Antennendesign sowie auf einer Verbindungstechnik zwischen dem integrierten Schaltkreis und der Antenne, die möglichst verlustarm ist.

Ebenfalls ausgezeichnet wurden Dipl.-Ing. Mario Goldenbaum, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Informationstheorie und theoretische Informationstechnik der TU Berlin und PD Dr.-Ing. habil. Sławomir Stanczak, Leiter einer Forschungsgruppe am Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik Heinrich-Hertz-Institut (HHI), für ihren Aufsatz „Robust Analog Function Computation via Wireless Multiple-Access Channels“. In dem Fachbeitrag entwickeln die Autoren eine neue Methode der Funktionsberechnung durch Überlagerung von Funksignalbeiträgen, die von vielen einzelnen Teilnehmern stammen. Eine Anwendung ist etwa das Sammeln und Auswerten von vielen verteilten Sensordaten an einem zentralen Sammelpunkt.

Herausragende Dissertationen

Der ITG-Förderpreis für ausgezeichnete Dissertationen wurde 2014 vier Mal verliehen. So wurde Jun.-Prof. Dr.-Ing. Delphine Christin für ihre Arbeit „Privacy in Participatory sensing – User-controlled Privacy – Preserving solutions for mobile sensing applications“ geehrt. Frau Christin hat in ihrer Arbeit das Thema Privatsphäre in Sensornetzen auf Basis von Mobiltelefonen erforscht. Damit behandelt die Arbeit den Datenschutz in einer zunehmend vernetzten und mit Milliarden von Sensoren instrumentierten Welt, in der die Datenströme die schützenswerten Daten eines jeden Nutzers beinhalten.

Dr.-Ing. Lars Reichardt, bei der e.solutions GmbH in Ulm tätig, hat in seiner Dissertation „Methodik für den Entwurf von kapazitätsoptimierten Mehrantennensystemen am Fahrzeug“ wissenschaftliche Grundlagen für den Entwurf von kapazitätsoptimierten Mehrantennensystemen für mobile Systeme erarbeitet. Er hat eine Methodik entwickelt und evaluiert, die es erlaubt, Mehrantennensysteme basierend auf den fahrzeugspezifischen Einschränkungen des Antennendesigns hinsichtlich Kanalkapazität zu optimieren. Mit dieser Methodik hat er wichtige Grundlagen zur Optimierung von mobilen Mehrantennensystemen gelegt und schon jetzt viel Aufmerksamkeit in der Fachwelt erregt.

Dritter Preisträger in dieser Kategorie ist Dr.-Ing. Thorsten S. Albach von der Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG in Herzogenaurach. Herr Albach hat im Zuge seiner Arbeit einen Miniatur-Lautsprecher auf MEMS-Basis (MEMS = Micro-Elektro-Mechanical System) entwickelt. Das Anwendungsgebiet solcher Mikro-lautsprecher erstreckt sich dabei sowohl auf die moderne Hörerätetechnik als auch auf Smartphones und Tablet-PCs. Insbesondere für die Audiologie ist der von Herrn Albach entwickelte Hörer ein wichtiger Schritt hin zu in Massenfertigung herstellbaren Hörgeräten, die damit kostengünstiger und in höherwertiger Qualität hergestellt werden können.

ISS-Studienpreis 2014

Der ISS-Studienpreis der Telekommunikation 2014 für hervorragende Studienleistungen ging in diesem Jahr an Michael Hentschel, M.Sc., Student im Masterstudiengang Informations- und Kommunikationstechnik – Multimediasysteme der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Michael Hentschel hat sich in seinem mittlerweile fast abgeschlossenen Masterstudium mit herausragendem Studienerfolg in Richtung Signalverarbeitung und Mustererkennung vertieft und sich dabei insbesondere auch auf die Spracherkennung als Anwendung spezialisiert.

Wissenschaftspreis der ITG

Mit dem Wissenschaftspreis der Informations- und Kommunikationstechnik der ITG 2014, der für herausragende, persönliche, technisch-wissenschaftliche Leistungen verliehen wird, wurde Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing E.h. Joachim Hagenauer geehrt. Prof. Hagenauer gehört zu den international angesehensten deutschen Wissenschaftlern im Bereich der Nachrichtentechnik, insbesondere der drahtlosen Übertragungstechnik und von fehlerkorrigierenden Codes. Seine Forschungsthemen waren Informationstheorie, Codierungstheorie, Mobilfunk und nachrichtentechnische Aspekte der Genbiologie. Prof. Hagenauer war im Jahre 2001 Präsident der „IEEE Information Theory Society“. Er erhielt u.a. den VDE-Eh-



Dr. Shamsul Arafin und Dipl.-Ing. Nikola Zlatanov



Dr. Christian Rusch und Prof. Dr. Thomas Zwick

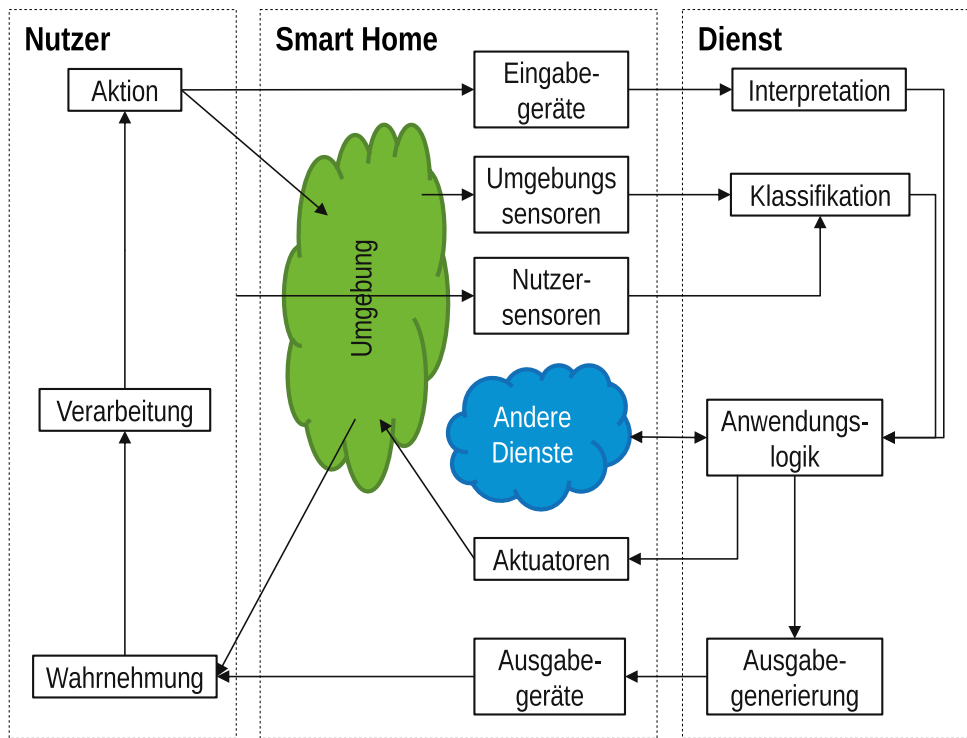


ITG-Vorsitzender Prof. Dr. Rüdiger Kays übergibt den ISS-Studienpreis an Michael Hentschel.

rennung, den „International E. H. Armstrong-Award“ der IEEE Communications Society und 2003 als höchste Auszeichnung die IEEE „Bell-Medal“.

GMM-Preis

Der GMM-Preis 2014 für hervorragende Veröffentlichungen der VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik ging in diesem Jahr an Dr.-Ing. Michael Meißer für seine Arbeit „DCB-based low-inductive SiC modules for high frequency operation – Niederinduktive SiC-Leistungselektronikmodule für den Hochfrequenzbetrieb“. Die auf der diesjährigen CIPS-Konferenz in Nürnberg präsentierte Arbeit betrifft den Bereich der leistungselektronischen Modultechnik. Das vorgestellte Leistungsmoduldesign verzichtet auf klassische Steck- und Schraubverbindungen und stellt die elektrischen und thermischen Verbindungen durch Pressung her.



Darstellung der Interaktion von Nutzern mit Diensten im Smart Home

FACHBEREICH 2
ITG-RICHTLINIE ZUR MESSUNG
UND BEWERTUNG DER USABI-
LITY IN SMART-HOME-UMGE-
BUNGEN

Im Juni 2014 wurde über den Fachbereich 2 der ITG der Entwurf einer ITG-Richtlinie zur Messung und Bewertung der Usability in Smart-Home-Umgebungen eingereicht und im November dieses Jahres durch den VDE-Verlag veröffentlicht. Die bereits bestehende Richtlinie zur Messung und Bewertung der Usability von Kommunikationsendeinrichtungen aus dem Jahr 2011 (ITG 2.1-01) erhält dadurch eine Ergänzung, die den besonderen Anforderungen von Diensten im Smart Home gerecht wird.

Praktiker, zum Beispiel Ingenieure und Informatiker, die sich mit der Entwicklung und Evaluierung von Diensten für das Smart Home befassen, sind die Haupt-Adressaten der Richtlinie. Sie soll ihnen eine konkrete Handreichung zur Bewertung verschiedener Aspekte der Usability geben. Entsprechend liegt der Fokus dieser Richtlinie auf der Auswahl pas-

sender Messkriterien und Evaluationsverfahren, und nicht auf der Erarbeitung von Definitionen oder der rein funktionalen Prüfung von Hardware- oder Softwarefunktionen.

Für das Smart Home werden zunehmend Dienste entwickelt, die Eigenschaften der Umgebung mittels Sensoren erfassen und darauf basierend sich selbst oder die Umgebung adaptieren. Den Nutzerschnittstellen zu solchen „intelligenten“ Diensten wird in der Richtlinie besondere Beachtung geschenkt, wobei die Schnittstelle mitunter komplett verschwindet und der Nutzer implizit mit der Umgebung interagiert.

Die Richtlinie gibt eine kompakte Einführung in die speziellen Aspekte der Usability im Smart Home. Die Abbildung illustriert die zugrunde liegende Idee, dass im Smart Home die Interaktion explizit über Ein- und Ausgabegeräte erfolgen kann, aber eben auch implizit über die vom Haus gebotene Umgebung. Die Kriterien für eine Usability-Evaluierung können anhand der Domäne (das heißt Kommunikation, Sicherheit, Energiemanagement, Gerätesteuerung, Entertainment, Gesundheit und Fitness) festgelegt werden. Eine Gewichtung

der Kriterien ist aber auch über die spezifischen Eigenschaften (zum Beispiel adaptiv, sensorbasiert oder sprachbasiert) eines Dienstes möglich.

Um den Anwendern der Richtlinie eine praktikable Entscheidungshilfe für Art und Umfang einer Evaluation zur Hand zu geben, werden zum einen ausgewählte Evaluationsverfahren beschrieben. Zum anderen wird in tabellarischer Form eine Übersicht gegeben, welches Verfahren für welche Fragestellung geeignet ist, und mit welchem Ressourceneinsatz gerechnet werden muss. Betrachtete Verfahren sind unter anderem Cognitive Walkthrough, Laborex-

periment und Feldtest, aber auch neuere Ansätze wie Simulation und Layered Evaluation. Im Anhang der Richtlinie finden sich konkrete Hinweise und Beispiele zur Durchführung einer Evaluation, wie zum Beispiel Einverständniserklärung, Fragebögen und Fallbeispiele, die auf realen Systemen und Untersuchungen basieren.

Mitwirkend bei der Erarbeitung der Richtlinie waren Mitarbeiter vom DFKI, vom Fraunhofer IDMT (Ilmenau), dem VDE/DKE, der HfT Leipzig (Institut Grundlagen der Telekommunikation) sowie der TU Berlin (Telekom Innovation Laboratories). Darüber standen Praktiker aus der Industrie für Interviews zur Usability-Evaluation zur Verfügung. Die Arbeiten fanden teilweise im Rahmen der Projekte Universal Home Control Interfaces@ConnectedUsability (BMW gefördert) und Forschungscampus Connected Technologies (BMBF gefördert) statt.

DIPL.-INF. STEFAN HILLMANN
DR.-ING. KLAUS-PETER ENGELBRECHT
PROF. DR.-ING. SEBASTIAN MÖLLER

Telekom Innovation Laboratories, Quality and Usability Lab, Technische Universität Berlin

Personalia

DIE NEU GEWÄHLTEN VORSTANDSMITGLIEDER DER INFORMATIONSTECHNISCHEN GESELLSCHAFT IM VDE

BEREICH INDUSTRIE

1 +++ JOCHEN APEL (43)

Chief Technology Officer, Central Europe Region, Alcatel-Lucent Deutschland AG

Beruflicher Werdegang

Nach Ausbildung zum Kommunikationselektroniker in der Fachrichtung Telekommunikationstechnik bei der Deutschen Bundespost arbeitete Jochen Apel in leitenden Positionen u. a. bei Alcatel SEL, AHR Service (Gründung und Geschäftsführung) und Alcatel-Lucent Deutschland. Seit 2013 ist er dort Chief Technology Officer (CTO) Central Europe Region.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

VDE/ITG-Mitglied.

Zielvorstellungen

- Stärkung und Förderung Europas und Deutschlands im Bereich ITK zur (Wieder-)Erlangung der Innovationsführerschaft in den Kernbereichen und Megatrends: Breitbandkommunikation, M2M-Kommunikation, Internet der Dinge und Cyber-Security.
- Förderung der industrieübergreifenden Zusammenarbeit zur Entwicklung relevanter Use-Cases, neuer Geschäftsfelder und Geschäftsmodelle.
- Aufbau und Ausbau von Cross-Industrie-Partnermodellen.
- Förderung von Technologie-Start-ups und deren Unterstützung durch Politik, Industrie und Wissenschaft.
- Sensibilisierung von Verbänden, Industrie, Politik und Gesellschaft mit dem Ziel, unsere derzeitigen Innovationszyklen im Bereich ITK massiv zu beschleunigen, um international wettbewerbsfähig zu werden.

2 +++ PROF. DR.-ING. ROLAND GABRIEL (54)

Senior Director R&D, Electronic, KATHREIN-Werke KG

Beruflicher Werdegang

Nach Studium der Mikrowellentechnik an der TH Ilmenau arbeitete Prof. Dr.-Ing. Roland Gabriel als Entwicklungsingenieur und in leitenden Positionen bei den KATHREIN-Werken. Seit 2012 ist er dort Director R&D Electronic und Head of IPR. Zusätzlich ist er seit 2001 Honorarprofessor für Funktechnik an der FH Mittweida.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

Mitglied im ITG-Fachausschuss 7.1, von 2008 bis 2010 Vorsitz im ITG-Fachausschuss 7.1, Firmenrepräsentant ETSI sowie Erfinder und Miterfinder von ca. 60 Patenten. Mitarbeit bei CENELEC TC106, Antenna Interface Standards Group (AISG), 3GPP RAN4.



Zielvorstellungen

Die deutsche Telekommunikationsindustrie hat gemeinsam mit Clustern aus Hochschulen, innovativen Mittelständlern, Start-up-Unternehmen und der Großindustrie im Umfeld der Funktechnik der „5. Generation“ mit den Anwendungsfeldern Mobilfunk, Automotive, M2M und Smart Home gute Chancen, im internationalen Wettbewerb wieder verlorenen Boden zurückzugewinnen. Folgende Schwerpunkte möchte ich konkret unterstützen:

- Förderung von Clustern aus Industrie und Wissenschaft, insbesondere kleiner und mittlerer Unternehmen.
- Stärkere Kommunikation zwischen Hochschule und Industrie, Nutzung des Innovationspotenzials aus F&E.
- Nachwuchsgewinnung für die MINT-Fächer und Stärkung der Attraktivität der Informations- und Hochfrequenztechnik.

3 +++ PROF. DR.-ING. JOSEF HAUSNER (53)

Division Vice President, Wireless Systems Engineering, Intel Mobile Communications GmbH

Beruflicher Werdegang

Nach Studium der Elektrotechnik und Promotion an der TU München arbeitete Prof. Dr.-Ing. Josef Hausner in leitenden Positionen bei der Siemens AG und der Infineon Technologies AG. Zwischen 2005 und 2006 war er Universitätsprofessor am Lehrstuhl für Integrierte Systeme der Ruhr-Universität Bochum. Seit 2011 ist er Division Vice President, Wireless Systems Engineering bei Intel Mobile Communications.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

IEEE Member, IEEE-ExComm Germany (Student Gold Contact), VDE/ITG-Mitglied und Mitglied im Technical Program Committees sowie Organisator diverser Konferenzen und Workshops, Co-Chair des Wireless Symposiums der IEEE GlobeCom 2003, Innovationspreis der IEEE COM 2006 und seit 2013 Mitglied des Kuratoriums des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts.

Zielvorstellungen

Die Informations- und Kommunikationstechnische Industrie befindet sich im Zeitalter des mobilen Internets mitten in den größten Veränderungen ihrer Strukturen seit der Einführung der Digitaltechnik. Ich möchte dazu beitragen:

- die ITG noch stärker in ein internationales Umfeld einzubinden, insbesondere mit europäischen und amerikanischen Forschungszentren und Unternehmen, und
- die Attraktivität des Ingenieurberufs in der Gesellschaft zu fördern und ganz besonders junge Menschen für diesen Beruf zu begeistern.

BEREICH WISSENSCHAFT UND LEHRE

4 +++ PROF. DR.-ING. RÜDIGER KAYS (56)

Inhaber des Lehrstuhls für Kommunikationstechnik,
Technische Universität Dortmund

VORSITZENDER DER ITG

Beruflicher Werdegang

Nach Studium der Elektrotechnik, wissenschaftlicher Mitarbeit und Promotion an der Universität Dortmund arbeitete Prof. Rüdiger Kays in verschiedenen leitenden Funktionen bei der Grundig AG Fürth. Seit 1999 ist er Universitätsprofessor an der Technischen Universität Dortmund.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

Mitglied in VDE, FKTG, IEEE, SID, Münchner Kreis, ITG FA 3.3, ITG FA 3.1, Leiter des ITG-Fokusprojekts „Future Reliable and Secure Communication“, VDE-Vertrauensdozent der TU Dortmund, Beiratsmitglied des VDE-Rhein-Ruhr.

Zielvorstellungen

- Stärkung der Interdisziplinarität in der ITG durch Ausbau des Dialogs zwischen den verschiedenen Fachbereichen sowie durch Fokusprojekte.
- Bündelung der Aktivitäten innerhalb der ITG zu Themen wie Industrie 4.0, Taktiles Internet und 5G.
- Stärken des gesellschaftlichen Einflusses der ITG beispielsweise durch Positionspapiere zu aktuellen Fragestellungen.
- Dialog zwischen Hochschule und Industrie stärken – sowohl bei Forschungs- und Entwicklungsaspekten wie auch bei der Gestaltung der Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren.

5 +++ PROF. DR.-ING. REINHARD LERCH (60)

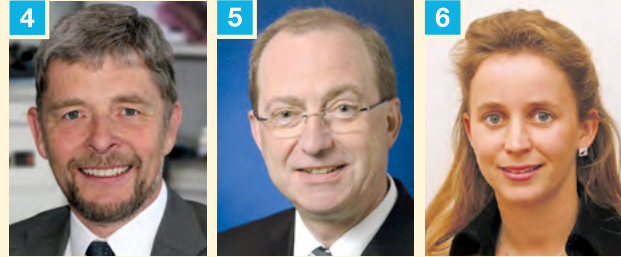
Inhaber des Lehrstuhls Sensorik,
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Beruflicher Werdegang

Nach Studium der Elektrotechnik, wissenschaftlicher Mitarbeit und Promotion an der TU Darmstadt übernahm Prof. Reinhard Lerch verschiedene verantwortliche Aufgaben in der Forschung, u. a. als Vorstand des Instituts für Elektrische Messtechnik an der Universität Linz. Seit 1999 ist er Inhaber des Lehrstuhls für Sensorik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

Mitglied in VDE/ITG, DEGA, IEEE, Acoustical Society of America, Vorsitzender des ITG FA 4.2, Sprecher des ITG-Fachbereichs 4, Mitglied im ITG FA 4.1, Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift „tm Technisches Messen“, 2007 und 2011 Leitung der Internationalen SENSOR-Konferenz, Nürnberg, und andere internationale Mitgliedschaften und Aktivitäten, zahlreiche Wissenschaftspreise, u. a. Preis der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) im VDE, Johann-Philipp-Reis-Preis, BMW Scientific Award, Ernennung zum IEEE Fellow.



Zielvorstellungen

- Verstärkte Werbung studentischer Mitglieder.
- Ausbau der Technikausbildung in den Schulen, verbunden mit eingehenderen Informationen zu den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen.
- Förderung von Existenzgründungen im Bereich Informationstechnik, insbesondere der Existenzgründung durch Ingenieurabsolventen.
- Fördermaßnahmen für Kooperationen zwischen Universitäten/Hochschulen und Klein- und Mittelstandsunternehmen (KMU).

6 +++ PROF. DR.-ING. ILONA ROLFES (40)

Inhaberin des Lehrstuhls für Hochfrequenzsysteme, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Ruhr-Universität Bochum

STELLVERTRETENDE VORSITZENDE DER ITG

Beruflicher Werdegang

Nach Studium der Elektrotechnik und Informationstechnik, wissenschaftlicher Mitarbeit und Promotion an der an der Ruhr-Universität Bochum übernahm Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes verschiedene verantwortliche Positionen in Lehre und Forschung, u. a. als Institutsleiterin am Institut für Hochfrequenztechnik und Funkssysteme der Leibniz Universität Hannover. Seit 2010 ist sie Universitätsprofessorin an der Ruhr-Universität Bochum.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

Mitglied in VDE/ITG, IEEE, Fraunhofer-Gesellschaft, ITG-Fachausschuss 9.1, Kommission A: Elektromagnetische Metrologie der U.R.S.I. (International Union of Radio Science), Präsidium des Deutschen Hochschulverbandes (DHV), Vorstand des MTT-AP Chapters im IEEE sowie in Programmausschüssen (z. B. IEEE ICUWB, GeMiC, EuMW), zahlreiche wissenschaftliche Auszeichnungen, u. a. Europäischer Mikrowellenpreis, Dr. Heinrich-Kost-Preis der Ruhr-Universität Bochum, EEEfCOM Innovationspreis 2009 sowie IEEE MTT Outstanding Young Engineer Award.

Zielvorstellungen

Die ITG bietet mit ihren zahlreichen Fachausschüssen, den ITG-Tagungen und Diskussionssitzungen sowie der Zusammenfassung und Publikation der Diskussionsergebnisse in inhaltlich prägnanten Positionspapieren eine hervorragende Basis, um Wirtschaft, Politik und Wissenschaft miteinander zu vernetzen.

- Ein engerer inhaltlicher Austausch zwischen den Fachausschüssen könnte die Arbeit der ITG-Mitglieder stärken und die Sichtbarkeit der Ergebnisse weiter verbessern.

BEREICH DIENSTLEISTER, NETZBETREIBER UND FORSCHUNGSINSTITUTE

7 +++ PROF. DR.-ING. ALBERT HEUBERGER (54)

Geschäftsführender Leiter des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS und Inhaber des Lehrstuhls für Informationstechnik mit dem Schwerpunkt Kommunikationselektronik (LIKE) an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Beruflicher Werdegang

Nach Studium der Elektrotechnik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg übernahm Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger verschiedene verantwortliche Positionen in der Forschung, u. a. bei Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer IIS sowie als Leiter des Fachgebiets „Drahtlose Verteilssysteme/Digitaler Rundfunk DVT“ (W3 Professur) an der TU Ilmenau. Seit 2011 ist er Geschäftsführender Leiter des Fraunhofer IIS sowie Inhaber des Lehrstuhls für Informationstechnik der FAU.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

Mitglied in VDE/ITG, ITG-Fachausschuss 3.2, Münchner Kreis, IEEE, Kuratorium des TZI/Uni Bremen, Associate Editor der Transactions on Broadcasting, Mitarbeit im Digital Video Broadcasting Konsortium, im Programmausschuss „Kommunikation und Navigation“ der DLR und in Programmkommissionen internationaler Konferenzen.

Zielvorstellungen

- Stärkung der Wahrnehmung der Ingenieurtechnik und ihrer Bedeutung für Wohlstand und Gesellschaft in Deutschland, da gesellschaftliche Akzeptanz Voraussetzung dafür ist, dass sich junge Menschen für ein Studium der Ingenieurtechnik entscheiden.
- Stärkung der deutschen Wirtschaft durch ganzheitlichen, disziplinübergreifenden Design-Ansatz für Elektroniksysteme.
- Die missionskritischen Fähigkeiten für Design, Entwicklung und, soweit möglich, Realisierung von komplexen informationstechnischen Systemen weiter in Deutschland halten, dafür grundlegend sind grundlagenorientierte Forschung an Universitäten und fachlich-fundierte/praxisorientierte Lehre.
- Stärkung der Rolle von Intellectual Properties (IP) für die Zukunftsfähigkeit der IT-Branche.

8 +++ DR. KLAUS ILLGNER-FEHNS (50)

Direktor und Geschäftsführer, Institut für Rundfunktechnik GmbH

Beruflicher Werdegang

Nach Studium der Elektrotechnik und Promotion an der RWTH Aachen arbeitete Dr. Klaus Illgner-Fehns in verschiedenen verantwortlichen Positionen, u. a. bei Texas Instruments sowie der Siemens AG. Seit 2004 ist er Direktor und Geschäftsführer des Instituts für Rundfunktechnik.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

Mitglied in VDE/ITG, ITG-Fachausschüsse 3.2, FA 3.1, FA 4.1, FA 4.2, FA 7.2 sowie Mitarbeit/Mitglied bei DKE LK, FK TG, ATRT LK, DVB SB, EBU TC, HbbTV (Chairman), ETSI.



Zielvorstellungen

- Förderung des Interesses am ingenieurwissenschaftlichen Studium; u. a. durch in die Öffentlichkeit getragene Herausstellung der Bedeutung der Ingenieurwissenschaften z. B. in Form von Stellungnahmen der ITG zu aktuellen Entwicklungen.
- Förderung des wissenschaftlichen Austauschs und der Kooperation zwischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen.
- Engere Vernetzung mit anderen Organisationen bei technischen Entwicklungen im Bereich der ITK.

9 +++ PROF. DR.-ING. SEBASTIAN MÖLLER (45)

Leiter des Fachgebietes Quality and Usability, Telekom Innovation Laboratories, Technische Universität Berlin

Beruflicher Werdegang

Nach Studium der Elektrotechnik, wissenschaftlicher Mitarbeit und Promotion an der Ruhr-Universität Bochum übernahm Prof. Dr.-Ing. Sebastian Möller verschiedene verantwortliche Positionen in Lehre und Forschung im In- und Ausland. Prof. Dr.-Ing. Sebastian Möller ist Leiter des Fachgebiets Quality and Usability, Telekom Innovation Laboratories der Technischen Universität Berlin.

Mitarbeit ITG/VDE usw.

Mitglied in VDE/ITG, ITG-Fachausschüsse 4.3 und 4.4, DEGA, Leiter des Fachausschusses „Sprachakustik“ der DEGA sowie des ITG-Fachausschusses 2.1; wissenschaftliche Auszeichnungen: Preis der ITG, Lothar-Cremer-Preis, DEGA und Johann-Philipp-Reis-Preis der ITG.

Zielvorstellungen

- Förderung der Zusammenarbeit zwischen Industrie, Hochschulen, Forschung und Öffentlichkeit im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT), beispielsweise durch Public Private Partnerships.
- Förderung des Einsatzes von IKT in der Bildung (eLearning, digitale Bibliotheken, Weiterbildung).
- Förderung des Einsatzes von IKT zur Stärkung der ITG und zur Gewinnung neuer Mitglieder, beispielsweise durch mobile Anwendungen.
- Förderung des Best Practice durch Erarbeitung neuer ITG-Richtlinien.
- Erforschung der Wechselwirkung zwischen Mensch und Technik.

+++ ITG-Preise 2015 +++

Aufruf für den Förderpreis der ITG 2015

Die Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG) verleiht jährlich bis zu drei Förderpreise an junge ITG-Mitglieder für besonders herausragende Dissertationen auf dem Gebiet der Informationstechnik. Jeder Preis ist mit einer Geldprämie von 2.000 Euro sowie einer Urkunde verbunden. Einsendeschluss für den Förderpreis der ITG 2015 ist der **6. Februar 2015**.

Aufruf für den Preis der ITG 2015

Seit dem Jahr 1956 wird der mit einer Geldprämie von 3.000 Euro dotierte Preis der ITG für besonders hervorragende Publikationen auf dem Gebiet der Informationstechnik an Wissenschaftler und Ingenieure verliehen.



Der Vorstand der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG) bittet um die Einreichung der Unterlagen zur Bewerbung bis **15. Februar 2015**.

Aufruf zum „Johann-Philipp-Reis-Preis“ 2015

Alle zwei Jahre wird der Johann-Philipp-Reis-Preis an Ingenieure und Ingenieurinnen oder Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen (Altersgrenze 40 Jahre) verliehen. Einsendeschluss ist der **13. April 2015**.

Weitere Informationen und Einzelheiten zu den Bewerbungsmodalitäten der verschiedenen Preise der ITG finden Sie unter [//www.vde.com/itgpreise](http://www.vde.com/itgpreise)

Grafik: Jlgarts – Fotolia

Veranstaltungen

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

02.–05.02.2015, Hamburg
10th International ITG Conference on Systems, Communications and Coding – SCC 2015
 ITG FA 5.1, IEEE
[// www.scc2015.net](http://www.scc2015.net)

09.–10.02.2015, Kiel
ITG-Fachgruppenworkshop: Verstärkte optische Übertragung
 ITG FG 5.3.1
[// www.vde.com/itg](http://www.vde.com/itg)

10.–13.02.2015, Chemnitz
WFMN15 – Wave Propagation and Scattering in Communications, Microwave Remote Sensing and Navigation
 ITG FA 7.5
[// www.tu-chemnitz.de/etit/hftet/konferenz/wfmn15/](http://www.tu-chemnitz.de/etit/hftet/konferenz/wfmn15/)

01.– 03.03.2015, Bad Urach
27.GI/GMM/ITG Workshop „Testmethoden und Zuverlässigkeit von Schaltungen und Systemen“ TuZ 2015
 ITG FG 8.2, GMM, GI
[// www.vde.com/tuz2015](http://www.vde.com/tuz2015)

03.– 04.03.2015, Chemnitz
18. Workshop „Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen – MBMV 2015“
 ITG FG 8.2.3 + 8.2.4, GMM, GI
[// www.vde.com/MBMV2015](http://www.vde.com/MBMV2015)

03.– 05.03.2015, Ilmenau
19th International ITG Workshop on Smart Antennas – WSA 2015
 ITG, TU Ilmenau
[// www.wsa2015.info](http://www.wsa2015.info)

16.–18.03.2015, Nürnberg
GeMiC 2015
 ITG FA 7.1 und 7.3, IEEE
[// www.gemic2015.de](http://www.gemic2015.de)

20.– 21.04.2015, Berlin
9. ITG-Fachkonferenz – Breitbandversorgung in Deutschland
 ITG FA 5.2, FG 5.2.5
[// www.vde.com/breitbandversorgung2015](http://www.vde.com/breitbandversorgung2015)

07.–08.05.2015, Leipzig
16. ITG-Fachtagung – Photonische Netze 2015
 ITG FA 5.3
[// www.vde.com/PhotonischeNetze2015](http://www.vde.com/PhotonischeNetze2015)

20.–22.05.2015, Budapest
21st European Wireless 2015
[// ew2015.european-wireless.org](http://ew2015.european-wireless.org)

Call for Papers

16.– 22.08.2015, Dresden
Joint IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility and EMC Europe
 The IEEE EMC Society and EMC Europe are seeking original, unpublished papers covering all aspects of EMC and technologies that are affected by EMC (including but not limited to shielding, ESD, automotive, broadcast, military, wireless, smart grid, and power transmission). Accepted and presented papers will be available on IEEE Xplore.
Submission Deadline: January 30, 2015
[// www.emc2015.org](http://www.emc2015.org)

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

Internet: www.vde.com/itg

Konzept und Realisation: HEALTH-CARE-COM GmbH, ein Unternehmen des VDE VERLAGS GmbH, Hans-Peter Bröckerhoff, Anne Wolf

Druck: Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin