

INSTITUTE OF TELECOMMUNICATIONS TU WIEN

DOCUMENTATION
JANUARY 1 – DECEMBER 31, 2017

INHALT / CONTENTS

	Seite / Page
Kontaktpersonen / Contacts	3
Mitarbeiter des Instituts / Staff members	5
Sponsoren und Projektpartner / Sponsors and Cooperation Partners	9
Aktuelle Forschungsgebiete: Übersicht / Current Research Areas: Synopsis	11
Ernennungen und Preise / Nominations and Awards	23
Veranstaltungen / Events	23
Vorträge von Gästen / Lectures by Guests	23
Lehrveranstaltungen / Course Program	24
Gastvorträge von Institutsmitgliedern / Guest Talks by Members of the Institute	28
Forschungsprojekte / Research Projects	28
Dissertationen / Doctoral Dissertations	31
Diplom- und Masterarbeiten / Diploma and Master Theses	32
Bücher und Buchbeiträge / Books and Book Chapters	33
Zeitschriftenartikel / Publications in Scientific Journals	33
Konferenzbeiträge / Conference Contributions	34
Beiträge in Tagungsbänden / Contributions to Conference Proceedings	41
Wissenschaftliche Berichte / Scientific Reports	42
Patente / Patents	42

Technische Universität Wien

Institute of Telecommunications

Gusshausstrasse 25/E389

1040 Wien, Austria

Tel.: (43 1) 58801 – ext.

Fax: (+43 1) 58801 – 38999

Email: sekretariat@nt.tuwien.ac.at

<http://www.tc.tuwien.ac.at>

KONTAKTPERSONEN / CONTACTS

Nebenstelle / Extension

Vorstand

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. T. Zseby 38910

Sekretariat / Secretariat

Fr. A. Engelmaier 38954

Fr. I. Jorgo 38901

Buchhaltung / Accounting

Fr. B. Halzl 38915

Fr. E. Schwab, ARätin 38937

IT-Services

Ing. B. Wistawel, Amtsdirektor 38924

Embedded Systems Support

Ing. W. Gartner, MSc 38905

Hausangelegenheiten, Brandschutz & Arbeitssicherheit

Ing. W. Schüttengruber, ARat 38964

○ Mobilkommunikation / Mobile Communications

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. M. Rupp 38967

Christian Doppler (CD-)Labor für Zuverlässige Drahtlose Konnektivität für eine Gesellschaft in Bewegung

Dipl.-Ing. Dr.techn. S. Schwarz 38985

○ Flexible Funksysteme / Flexible Wireless Systems

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. C. F. Mecklenbräuker 38980

○ Multimedia-Systeme / Multimedia Systems

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. N. Görtz 38925

○ Communication Networks

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. T. Zseby 38910

○ Signalverarbeitung / Signal Processing

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. F. Hlawatsch 38963

○ Theorie der Telekommunikation / Communication Theory

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. G. Matz 38916

SIGNAL PROCESSING

ADAPTIVE FILTERS
EQUALIZATION
PREDISTORTION
TECHNIQUES

STATISTICAL SIGNAL
PROCESSING
SIGNAL PROCESSING
FOR AGENT NETWORKS
DISTRIBUTED
SIGNAL PROCESSING

INVERSE PROBLEMS IN
MODULATION AND CODING

SIGNAL PROCESSING FOR
COMMUNICATIONS
SIGNAL PROCESSING FOR
SENSOR NETWORKS
BIOMEDICAL SIGNAL
PROCESSING

MULTIMEDIA SYSTEMS

CELLULAR SYSTEMS
MIMO TRANSMISSION
WIRELESS MULTIMEDIA

CROSS-LAYER DESIGN
FLEXIBLE SCHEDULING
MULTIMEDIA SOURCE
CODING
JOINT SOURCE-
CHANNEL CODING

CHANNEL
CHARACTERIZATION AND
MODELING
RADIO RESOURCE
MANAGEMENT

ROBUST AND RELIABLE
COMMUNICATIONS

MIMO SYSTEMS
MULTICARRIER SYSTEMS
ITERATIVE RECEIVERS
INFORMATION THEORY
COOPERATIVE
COMMUNICATIONS
WIRELESS CHANNELS

COMMUNICATION THEORY

ENTROPY IN IP NETWORKS

PERFORMANCE LIMITS
TRANSCIVER DESIGN

SPREAD SPECTRUM
AND CDMA

ADAPTIVE MODULATION AND
CODING
MULTI-USER INFORMATION
THEORY

COMMUNICATION NETWORKS

NETWORK SECURITY
SECURITY IN CYBER-
PHYSICAL SYSTEMS

VEHICULAR ADHOC
NETWORKING
WIRELESS SENSOR NETWORKS
ULTRA-WIDEBAND
COMPONENTS AND SYSTEMS

VARIABLE-RATE
CHANNEL CODING
MODULATION AND
CODING FOR COOPERATIVE
COMMUNICATIONS

FLEXIBLE RADIO AND RF SYSTEMS

CELLULAR SYSTEMS
PERFORMANCE
MEASUREMENT



**institute of
telecommunications**



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology



RUPP



ZSEBY



HLAWATSCH



GOISER



MECKLENBRÄUER



GÖRTZ



MATZ

MITARBEITER DES INSTITUTS / STAFF MEMBERS

Stand: 26.6.2018

Professoren:

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Norbert Görtz

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Christoph Mecklenbräuker

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Rupp

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Tanja Zseby (Institutsvorstand)

Dozenten:

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Alois Goiser

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Franz Hlawatsch

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Matz

Beamte des wissenschaftlichen Dienstes:

OR Dipl.-Ing. Dr.techn. Walter Ehrlich-Schupita

Senior Scientist:

Mag.rer.soc.oec. Dipl.-Ing. Dr.techn. Joachim Fabini

Dipl.-Ing. Dr.techn. Robert Langwieser

Universitätsassistenten:

Dipl.-Ing. BSc Robert Annessi

Ing. Dipl.-Ing. Dr.techn. BSc Gerald Artner

Dott.mag. Maximilian Bachl

Dipl.-Ing. BSc Stefan Birgmeier

Dipl.-Ing. BSc Thomas Blazek

Dipl.-Ing. BSc Stefan Farthofer

Dipl.-Ing. BSc Herbert Groll

Dr.techn. MSc Felix Iglesias Vazquez

Dipl.-Ing. Rene Repp

MSc Shrief Magdy Mahfouz Rizkalla

Dipl.-Ing. Dr.techn. Stefan Schwarz

Dipl.-Ing. BSc Gernot Dieter Vormayr

Dipl.-Ing. BSc Erich Zöchmann

Projektassistenten:

Dipl.-Ing. BSc Fjolla Ademaj
Dipl.-Ing. Dr.rer.nat. Peter Berger
Dipl.-Ing. BSc Taulant Berisha
Mag.rer.soc.oec. Dipl.-Ing. Dr.techn. Sebastian Caban
MSc Daniel Luis Cavaco Ferreira
Dipl.-Ing. Dr.techn. Sanda Drakulic-Drenjanac (karenziert)
MSc Samira Homayouni
Dipl.-Ing. BSc Thomas Kropfreiter
Univ.Prof. i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Walter Leeb
MSc Ljiljana Marijanovic
Dipl.-Ing. BSc Michael Meidlinger
PhD Jelena Milosevic
Dipl.-Ing. B.Eng. Martin Klaus Müller
Dipl.-Ing. BSc Stefan Pratschner
Dipl.-Ing. BSc Vaclav Raida
MSc Blanca Ramos Elbal
Dipl.-Ing. Dr.techn. Driton Statovci
Dipl.-Ing. Dr.techn. Philipp Svoboda
Dipl.-Ing. BSc Bashar Tahir

Kollegiaten:

Dipl.-Ing. Christian Krieg

Projektmitarbeiter:

Dipl.-Ing. BSc Thomas Dittrich
Christian Eliasch
Agnes Fastenbauer
BSc Miriam Leopoldseder
Daniel Amadeus Maierhofer
BSc Mariam Mussbah
BSc Armand Nabavi
BSc Valentin Platzgummer
BSc Richard Prüller
BSc Daniel Schützenhöfer
Mislav Zane

Bedienstete des nichtwissenschaftlichen Dienstes:

Andrea Engelmaier

Ing. MSc Wolfgang Gartner

Brigitte Halzl

Natalie Hummer (karenziert)

Irene Jorgo

Matthias Nitzschke

ARätin Eva Schwab

ARat Ing. Walter Schüttengruber

Amtsdir. Ing. Bernhard Wistawel

Zugeteilt dem Institut:

Ass.Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Doblinger

Univ.Doiz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Heinrich Garn

Em.O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gottfried Magerl

Em.O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Mecklenbräuker

Univ.Doiz. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Johannes Riegl

Ao.Univ.Prof.i.R. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Arpad Ludwig Scholtz

Em.O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Harmen R. Van As

Univ.Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Johann Weinrichter

Univ.Doiz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Peter Winzer

Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Thomas Zemen

Lehrbeauftragte:

O.Univ.Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.h.c. Ernst Bonek

Univ.Lektor Dipl.-Ing. Kurt Lamedschwandner

Univ.Lektor Dipl.-Ing. Dr.techn. Georg Neubauer

Univ.Lektor Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas Ullrich

Univ.Lektor Dipl.-Ing. Dr.techn. Bernhard Wess

Studienassistenten:

BSc David Kaufmann

BSc Michael Lutonsky

Weitere Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. Thomas Ergoth

Im letzten Jahr sind folgende Mitarbeiter ausgeschieden:

MSc Gitah Babazadeh

BSc MSc Manfred Buchacher

MSc Peter Eder-Neuhauser

MSc Mehdi Fereydooni

BSc Davor Frkat

BSc Markus Gasser

Dipl.-Ing. Dr.techn. Gabor Hannak

Kiril Kirev

Dipl.-Ing. Dr.techn. Günther Koliander

Univ.Lektor Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kommenda

Dipl.-Ing. Martin Lerch

MSc Osman Musa

BSc Lukas Nagel

Dipl.-Ing. BSc Ronald Nissel

Dipl.-Ing. Dr.techn. Georg Pichler

BSc Michael Rindler

Univ.Lektor Dipl.-Ing. Dr.techn. Georg Tauböck

Dr.techn. Martin Wolkerstorfer

Dipl.-Ing. Evangelia Xypolytou

SPONSOREN UND PROJEKTPARTNER / SPONSORS AND COOPERATION PARTNERS

AIT Austria Institute of Technology GmbH
Alcatel Lucent Austria AG
Antenne „Österreich“ und Medieninnovationen GmbH
Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik
ARRI Cine & Video Geräte Ges.m.b.H.
Austrian Science Fund (FWF)
A1 Telekom Austria AG, Austria
Brno University of Technology, Czech Republic
Bundesministerium für Landesverteidigung und Sport (BMLV)
Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden
CentraleSupélec, Frankreich
Centre for Maritime Research and Experimentation (CMRE), La Spezia, Italy
Christian Doppler Forschungsgesellschaft
COST-Action CA15104 IRACON
Czech Science Foundation (GACR)
Defence Science and Technology Group, Edinburgh, Australia
Department für Raumplanung (TU Wien)
Department of Electrical and Computer Engineering, University of Connecticut, Storrs, CT, USA
Department of Electrical and Computer Engineering, Stony Brook University / NY, USA
Department of Electrical Engineering, Technion – Israel Institute of Technology
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland
Energie AG Oberösterreich Telekom GmbH
Energie AG Oberösterreich Data GmbH
Energieinstitut Johannes Kepler Universität Linz
ETH Zürich, Schweiz
FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft GmbH
FH Salzburg
Forschungszentrum Telekommunikation Wien, FTW
Graz University of Technology
Huemer IT Solutions
Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe (TU Wien)
Institut für Energietechnik und Thermodynamik (TU Wien)

Institut für Hochbau und Technologie (TU Wien)
Institut für Informationssysteme (TU Wien)
Johannes Kepler University, Linz, Austria
Kathrein-Werke KG, Germany
KNG-Kärnten
Laboratory for Information and Decision Systems, Massachusetts Institute of Technology (MIT),
Cambridge, MA, USA
LINZ STROM GmbH
MOOSMOAR Energies OG
New Jersey Institute of Technology, USA
Nokia Solutions and Networks, Ulm, Deutschland
Numerical Harmonic Analysis Group (NuHAG), Universität Wien
NXP Semiconductors Austria GmbH
Österreichische Bundesbahnen (ÖBB)
Politecnico di Torino, Italien
SBA Research GmbH
Schöberl & Pöll GmbH
Siemens AG Österreich
SIMULA
Slovak University of Technology, Bratislava, Slovakia
Sprecher Automation GmbH
Technion, Israel
Technische Universität München, Deutschland
Technologieplattform Smart Grids Austria
TINETZ Stromnetz Tirol AG
Universität Klagenfurt – Forschungsgruppe Systemsicherheit
University of Edinburgh, Großbritannien
University of Prishtina, Kosovo
Universidad Polytécnica de Valencia, Spain
VASKO+Partner
Wiener Stadtwerke Holding AG
Wiener Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiefonds (WWTF)
Ziviltechniker für Bauwesen und Verfahrenstechnik GesmbH

AKTUELLE FORSCHUNGSGEBIETE: ÜBERSICHT / CURRENT RESEARCH AREAS: SYNOPSIS

Mobilkommunikation

Der Fokus der Forschung auf diesem Gebiet liegt für uns im Bereich der mobilen zellularen Netze. Hier werden die folgenden fünf Schwerpunkte behandelt: Messung und Simulation von Funkübertragungsstrecken der fünften Generation (5G) speziell im Bereich sogenannter Millimeterwellen und Full-Dimension MIMO Systeme, Entwicklung und Verbesserung von Sende/Empfangs Signalverarbeitungsalgorithmen, Simulation und Optimierung dichter heterogener Mobilfunknetze, Analyse und Modellierung des paketvermittelten Verkehrs und schichtübergreifende Optimierung von Diensten in Mobilfunknetzen.

Ein signifikanter Teil der Forschung im Bereich Mobilkommunikation findet im Zuge des Christian Doppler (CD-)Labors für Zuverlässige Drahtlose Konnektivität für eine Gesellschaft in Bewegung statt. Gemeinsam mit unseren Unternehmenspartnern A1 Telekom Austria AG, Kathrein Werke KG und Nokia Solutions and Networks, haben wir es uns in diesem CD-Labor zum Ziel gesetzt einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von Mobilfunktechnologien der 5. Generation und darüber hinaus zu leisten, wobei unser Fokus auf Szenarien mit sich (potentiell schnell) bewegenden (menschlichen und maschinellen) Benutzern liegt (Autos, Züge aber auch Fußgänger und Radfahrer). Hierbei liegen unsere Schwerpunkte auf drei Forschungsmodulen, die wir jeweils gemeinsam mit einem Unternehmenspartner behandeln: 1) In Modul 1 widmen wir uns gemeinsam mit Nokia Solutions and Networks, einem Weltmarktführer im Bereich Kommunikationsnetze, der Verbesserung der Physikalischen Schicht für schnell bewegte Benutzer. Kernthemen dieses Moduls sind neuartige Vielträger Modulationsverfahren und massive Mehrfachantennensysteme. Unsere Forschung zielt dabei vor allem auf die Optimierung der Ressourceneffizienz und Robustheit dieser Technologien im Bereich hoher Mobilität ab. 2) In Modul 2 untersuchen wir gemeinsam mit A1 Telekom Austria AG, dem führenden österreichischen Mobilfunkanbieter, innovativen Technologien die das Potential haben den Mobilfunk entscheidend voran zu bringen. Speziell liegt unser Fokus in diesem Modul auf der drahtlosen Kommunikation im Millimeterwellen Bereich (ungefähr 30 – 300 GHz) und auf der Erweiterung des zellularen Mobilfunks durch selbstständige/netzgesteuerte Ad-Hoc Kommunikation zwischen Geräten. Mobilfunk im Millimeterwellen Bereich bietet zahllose Herausforderungen, hat jedoch auch äußerst großes Potential, da dort viel ungenützte Bandbreite zur Verfügung steht, die signifikante Steigerungen der Netzkapazität von Mobilfunknetzen verspricht. Unser Interesse gilt zunächst der messtechnischen Charakterisierung von Funkübertragungsstrecken bei 60 GHz und im weiteren Zuge der Entwicklung effizienter Sende-Empfänger. Das Thema Ad-Hoc Kommunikation ist für uns speziell im Bereich der Kommunikation zwischen Fahrzeugen im öffentlichen Verkehr von Interesse, wie zum Beispiel, zur Realisierung von Stau/Unfall-Frühwarnsystemen (Road Safety) und zur Bereitstellung von Internet für Logistik und Multimedia Applikationen in Autos, Zügen, U-Bahnen, Straßenbahnen, etc. Die Kombination aus Mobilfunk und Ad-Hoc Kommunikation verspricht dabei eine deutliche Steigerung der Zuverlässigkeit und Effizienz der Datenübertragung. 3) In Modul 3 behandeln wir gemeinsam mit Kathrein Werke KG, einem Weltmarktführer im Bereich Kommunikationstechnologien, das Themengebiet Netzverdichtung durch heterogene Netzstrukturen und verteilte Antennensysteme. Die Verdichtung der Netzstrukturen wird allgemein als wichtigster Faktor zur Realisierung der zukünftig benötigten Netzkapazitäten gesehen. Mit zunehmender Anzahl an Basisstationen in Mobilfunknetzen (small cells) und verteilten Antennensystemen rückt auch die Koordination verschiedener Netzknoten zur Verminderung der Interferenz in den Fokus der Forschung. Einen wichtigen Aspekt hierbei stellt die akkurate Modellierung der Interferenz in solchen heterogenen Netzen dar, um basierend darauf effizient große Mobilfunknetze mathematisch abbilden und optimieren zu können. Hierfür setzen wir Methoden der sogenannten stochastischen Geometrie ein. Um dichte

Netzstrukturen untersuchen und angepasste Methoden dafür entwickeln zu können, werden unsere vorhandenen Up- und Downlink LTE/LTE-Advanced Link- und System-Level Simulatoren ständig entsprechend erweitert. Diese Simulatoren stehen frei zur akademischen Nutzung auf der Instituts-Webseite zum Download bereit und zählen zu den erfolgreichsten Simulatoren dieser Art weltweit (>50.000 Downloads). Die Simulatoren werden auch auf kommerzieller Basis vertrieben und von zahlreichen 3GPP Firmen eingesetzt. Derzeit befinden sich auch neue 5G Link- und System-Level Simulatoren in unserer Gruppe in Entwicklung, die eine zentrale Rolle in unsere Forschung in allen drei CD-Labor Modulen spielen werden. Die erste Version des 5G Link-Level Simulators wird bereits seit Herbst 2017 online für akademische Partner zum Download bereitgestellt, der 5G System-Level Simulator wird im ersten Quartal 2018 folgen.

In geförderten Forschungsprojekten mit dem Industriepartner, A1 Telekom Austria AG haben wir an der Entwicklung und Verfeinerung von Analysemethoden und Modellen für Verkehrsströme in Netzen der fünften Generation gearbeitet. Im BRIDGE Projekt Mc.HypaMiner werden die Performancedaten von verteilten Messungen ausgewertet und zusammengeführt mit netzinternen Datenquellen. Das aktuelle Forschungsthema orientiert sich an der Frage wie man ein reaktives Netzwerk mit nicht intrusiven Methoden zuverlässig vermessen kann. Dies ist eine große Herausforderung da Messungen auf unabhängigen und nicht überwachten Endgeräten stattfinden sollen. Das Ziel ist es, basierend auf diesen Informationen Modelle zu erstellen, um das Netz und die Daten detailgetreu zu simulieren und analytisch in Echtzeit zu optimieren. Dieses Konzept wird nun auch im EU Projekt MONROE auf verteilte Systeme in der ganzen EU erweitert.

Die Omnipräsenz von Internetdiensten spiegelt sich auch in der neuen Mobilität der Benutzer. In diesem Kontext hat es auch weiterhin eine Zusammenarbeit mit der ÖBB gegeben, mit dem Ziel noch mehr Kunden ein perfektes mobiles Serviceerlebnis in Zügen zukommen zu lassen.

Im Zuge der Entwicklung von immer neuen Diensten haben sich die Anforderungen an die Qualität von Netzwerken geändert. Im diesem Jahr konnte die bestehende Kooperation mit A1 weitergeführt werden und um neue Themen erweitert werden. Ziel der Forschungstätigkeiten ist es, die Leistungsfähigkeit von Internetzugängen im Allgemeinen in einem globalen operatorweiten Kontext erfassbar zu machen. Das spezielle Augenmerk liegt hierbei auf mobilen Zugängen der Technologien UMTS und LTE, sowie stationären Zugängen in der Technologie ADSL. Die Herausforderung ist die aktuelle gesellschaftliche Entwicklung welche zu einem verstärkten Einsatz von mobilen Technologien als Internetanschluss führt. Diese Änderung im Benutzerverhalten macht es dem Operator unmöglich bestehende Lösungen zur Sicherung der Servicequalität weiter zu verwenden. Mit Hilfe der in der Forschungsgruppe aufgebauten Kompetenzen sollen Lösungen gefunden werden, den Verkehr auch in Zukunft zuverlässig optimieren zu können.

Die Spezialausbildung in der Mobilkommunikation, zu der verschiedene Bereiche des Instituts beitragen, zieht Studenten der ganzen Welt an. Internationale Kontakte werden schon während des Master Studiums geknüpft: in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und der TU München bieten wir ein gemeinsames internationales Mobilfunkseminar an und in Zusammenarbeit mit den Technischen Universitäten Bratislava und Brno halten wir ein Seminar in Bratislava, Brno und Wien gemeinsam ab.

Mobile Communications

In the broad field of mobile communications our group focuses on four major topics within the scope of next generation mobile cellular networks: link layer measurements and simulations of fourth and fifth generation mobile communications (4G/5G), simulation and optimization of heterogeneous cellular networks, traffic analysis and simulation at the IP layer and cross layer optimizations.

A significant part of our research in the field of mobile communications is financed by the Christian Doppler (CD-)Laboratory for Dependable Wireless Connectivity for the Society in Motion. Together with our corporate partners A1 Telekom Austria AG, Kathrein Werke KG and Nokia Solutions and Networks, we set our objective within this CD-Lab on significantly contributing to the development of fifth generation and beyond mobile communications technologies, with focus on scenarios with (potentially fast) moving (human and machine-type) users (cars, trains, but also pedestrians and cyclists). Our work is partitioned into the following three research modules: 1) In research module 1, we investigate together with Nokia Solutions and Networks, a world market leader for communication networks, possible strategies for enhancing the physical layer of mobile network technologies, especially for high-mobility users. Core topics of this research module are novel multicarrier modulation schemes and massive multiple-input multiple-output technologies. We are targeting an enhancement of the resource efficiency as well as the robustness of such technologies for high-mobility scenarios. 2) In research module 2 we examine together with our partners from A1 Telekom Austria AG, the leading Austrian mobile network operator, innovative technologies that have the potential to substantially advance mobile communications. Specifically, our focus is on wireless communications in the millimeter wave domain (approximately 30 to 300 GHz) and on the extension of cellular mobile networks by autonomous or network controlled ad-hoc communication between devices. Mobile communications in the millimeter wave domain faces countless challenges, but it also has significant potential since a vast amount of untapped spectrum is available in that regime, promising corresponding enhancements in mobile network capacities. Our interest is initially focusing on the measurement based evaluation of wireless communications at 60 GHz and, based on these results, on developing efficient transceiver architectures and algorithms. Wireless ad-hoc communications is for us of special interest in the context of vehicular communications and wireless communications in public transport. In these areas, wireless communication is for instance required for intelligent transport systems and road safety applications, but also for providing online multimedia applications in cars, trains, trams and metros. A smart combination of cellular mobile communications and ad-hoc networks promises significant dependability and efficiency gains of such wireless connections. 3) In research module 3, we investigate together with Kathrein Werke KG, a global market leader for communication technologies, the subject area of network densification through heterogeneous network architectures and distributed antenna systems. Such network densification is generally considered as central enabler for providing the network capacities required in future mobile networks. With an increasing number of base stations in mobile networks (small cells) as well as distributed antenna systems, a coordinated operation of different network nodes becomes increasingly important, to control and mitigate the interference between such nodes. An important aspect to enable efficient and realistic mathematical representation of dense heterogeneous networks, is accurate modeling of interference amongst network nodes, for which we utilize so called stochastic geometry methods. To enable computer based investigation of dense heterogeneous networks and to facilitate the evaluation of coordination methods developed for such networks, we rely on our existing up- and downlink link- and system-level standard-compliant LTE/LTE-A simulators. These simulators are publicly available for academic users to download on our webpage. The free simulators are highly popular within the scientific community (>50.000 downloads) and are also commercially available. The latter are in usage by a large number of 3GPP companies. We are currently also developing and implementing link- and system-level simulators for 5G networks, which build the basis for the research work conducted in all three research modules. The first release of the 5G link-level simulator is already available for download since autumn 2017 to our academic partners; the 5G system-level simulator will follow suit within the first quarter of 2018.

In an FFG funded research cooperation with our industry partner A1 Telekom Austria AG we are developing and refining analytical methods and models for traffic flows in 5G networks. In this BRIDGE project Mc.HypaMiner performance benchmarks will be migrated from central coordi-

nated measurements to crowdsourced distributed events at the end terminal of the users. The current research challenge is the integration of non-intrusive benchmark measurements for reactive networks. The ultimate goal is a distributed setup to analyse, measure and simulate operational mobile networks.

The concept of minimal intrusive probing to characterize mobile networks has been put to an European level by the FaliCap Project in the H2020 framework as a tender to the MONROE project. In this project we will deploy the algorithms resulting from our previous research into mobile nodes all over Europe.

Internet usage for nomadic customers is becoming a central element for planning in mobile networks. In this context, we continued the cooperation with the Austrian Federal Railways (OEBB). We currently work towards identifying room for improvements for mobile coverage in high-speed trains. In this context we are also further developing our performance measurement algorithms towards ultra-fast probing to allow tests in motion.

The development of new services has changed the requirements for the quality monitoring of networks. In this year, we continued our cooperation action with A1 in this area. The aim of the research is to focus the development of Internet access in an operator-wide context. The focus is given to mobile access technologies, UMTS and LTE, and the first time in this cooperation the ADSL technology. The challenge is the current social development, which leads to an increased use of mobile networks as the last mile. This strong increase in volume generated at the customer side is a challenge for the quality of service system of existing solutions. With the help of this research we develop method to measure and characterize the traffic flows as well as optimizing their resource consumptions.

The dedicated course plan in mobile communications attracts students from all over the world. International socializing is an activity already in the master program: together with ETH Zurich and TU Munich we offer an International Seminar on Mobile Communications. Furthermore, in cooperation with the Technical Universities of Bratislava and Brno, we conduct a seminar series in Bratislava, Brno, and Vienna, as part of the Mobile Communications Seminar lecture.

Flexible Funksysteme

Die heutigen Funktechnologien der vierten Generation erlauben bereits eine effiziente Übertragung und Verbreitung von digitalen Inhalten: Das Internet ist mobil geworden und erlaubt heute die Generierung, Übertragung, Verteilung, Speicherung und Manipulation von Information. Die nächste technische Herausforderung besteht in der Erweiterung des (mobilen) Internets zur *Produktion*, zum *Transport*, zur *Verteilung*, *Lagerung* und *Manipulation* von materiellen Objekten („Internet der Dinge“). Funktechnologien müssen hierzu äußerst *verlässlich* („dependable“) arbeiten. Dies erfordert wesentliche Verbesserungen hinsichtlich Verfügbarkeit und Übertragungslatenz, garantierten Datendurchsatz, sowie Energieeffizienz und Kostenstruktur. Wir befassen uns daher mit Funktechnologien für 5G, insbesondere im Zentimeter- und Millimeterwellenbereich, sowie verlässlichen Übertragungsverfahren für hochmobile Teilnehmer, deren Verhalten bei hoher Netzlast, sowie energieeffizienter Nachrichtenübertragung.

Die Verwendung von MIMO Übertragungsverfahren mittels Antennengruppen ist der kommerzielle Stand der Technik im Mobilfunk. Strahlformung und MIMO Übertragungsverfahren sind die Basis für 5G-Technologien. Deutliche Verbesserungen gegenüber UMTS wurden bereits in 4G erreicht hinsichtlich spektraler Effizienz durch dynamische Ressourcenallokation unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrslast, MIMO Verfahren mit Vorkodierung und Antennenmultiplex.

Im Zusammenhang mit dem jüngsten Aufschwung an peer-to-peer und ad-hoc Netzen erlebt auch die direkte Funkkommunikation zwischen mobilen Teilnehmern eine Renaissance, insbesondere

hinsichtlich der sicherheitsrelevanten Kommunikation von Fahrzeugen untereinander (mittels ETSI ITS G5 und IEEE 802.11p) für zukünftige aktive Sicherheitssysteme. Kooperative Systeme sind im Straßenverkehr ein wichtiges Forschungsfeld geworden. Darüber hinaus eröffnet die funkbasierte Vernetzung von Sensoren und Messgeräten eine Vielzahl neuer Anwendungsfelder im Telematikbereich: *Intelligent Transport, Smart Metering, Intelligent Production, u.v.m.*

Hauptaugenmerk intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Verkehrstelematik liegt momentan bei Erhöhung der Verkehrssicherheit und der Effizienz. Aufgrund des limitierten Frequenzspektrums ist es notwendig, dass lizenzierte Frequenzbänder spektral effizienter genutzt werden, um bei gleichbleibender Dienstgüte das gesamte Spektrum möglichst gut auszunutzen. Wesentliche Effizienzsteigerungen erwarten wir uns durch den Einsatz dynamischer Ressourcen-Zuteilungsverfahren, die die aktuelle Lastsituation, Kanalprädiktion sowie Übertragungsverzögerungen berücksichtigen. Hier sehen wir einen nahtlosen Übergang von 3GPP Long Term Evolution Advanced (LTE-A) zu heterogenen 5G Funknetzen mit Hilfe von software-defined radio (SDR) Konzepten.

Großes Potential an Einsparung von Ressourcen, die ein Kommunikationssystem in Anspruch nimmt, wird durch den Einsatz nichtlinearer Detektionsverfahren erreicht. Die Nichtlinearität wird an die Störzusammensetzung angepasst, so dass die Störung diskriminiert und die Information weitgehend unberührt gelassen wird. Solche Kommunikationssysteme werden als störungstolerante Kommunikationssysteme bezeichnet.

Eine Familie von Funksystemen zeichnet sich durch extreme Breitbandigkeit bei gleichzeitig niedriger spektraler Leistungsdichte aus. Diese ultrabreitbandigen Übertragungsverfahren ermöglichen eine energieeffiziente Kommunikation zwischen elektronischen Sensoren und Aktuatoren über kurze Reichweiten in Gebäuden und stören existierende schmalbandige Systeme nur wenig. Hier steht weniger die spektrale Effizienz, als vielmehr die Leistungseffizienz der Übertragungsverfahren im Vordergrund und sie ermöglichen drahtlose Sensorik und robuste eingebettete Systeme, die weder eine Batterie noch eine externe Antenne erfordern. Wir erforschen puls-basierte UWB-Übertragung für leistungseffiziente Funkschnittstellen im Nahbereich mittels integrierter Antennen am integrierten Schaltkreis zur Lokalisierung und Datenübertragung. Dies ermöglicht eine verlässliche Assoziation von Daten mit materiellen Objekten: Ein Schlüssel für das Internet der Dinge.

Flexible Wireless Systems

Present 4G wireless systems enable efficient transmission and distribution of digital content: The Internet has arrived in the mobile domain and allows the generation, transmission, distribution, storage, and manipulation of information. The next technical challenge is the extension of the mobile Internet to production, transportation, distribution, storage, and manipulation of objects (“internet of things”). Wireless technologies need to become dependable. This requires major improvements in availability (coverage) and transmission latency, packet delivery guarantees, guaranteed data rates, as well as energy efficiency and cost structure. Therefore, we investigate 5G transmission techniques, notably in the centimeter and millimeter wave bands, dependable connectivity for highly mobile users, their behavior at high network load, as well as energy efficient data transmission.

The use of MIMO transmission using antenna array technology has become the commercial state of the art in mobile communications. Beamforming and MIMO-transmission will be the core of 5G technologies. Major improvements compared to UMTS have been achieved in 4G networks in terms of spectral efficiency by dynamic resource allocation which takes into account the current system load, advanced precoding techniques, and spatial multiplexing.

Direct radio communication between mobile entities enjoys a renaissance in connection with the recent interest in peer-to-peer and ad-hoc networks. This is especially true for safety-related vehicle-

to-vehicle communication (ETSI ITS G5 and IEEE 802.11p) to enable advanced active safety. Traffic telematics applications are currently under intense research and development for making transportation safer, more efficient, and cleaner. Co-operative systems have become an important field of research in the area of telematics. Wireless networking of sensors and instrumentation enables new application fields: Intelligent Transport, Smart Metering, Intelligent Production, etc. We investigate dynamic resource allocation schemes which employ channel prediction, take into account the current system load, as well as transmission latency. Here, we see a seamless transition from 3GPP Long Term Evolution Advanced (LTE-A) towards 5G heterogeneous wireless networks based on software-defined radio (SDR) concepts.

Nonlinear detection techniques offer resource efficient solutions in communication systems. The nonlinearity is adapted to the interference scenario, such that the interference is discriminated whereas the information of interest is detected largely unperturbed. Such communication systems are interference resilient.

One family of wireless systems features extreme bandwidths and low power spectral densities. These ultra-wideband (UWB) transmission techniques enable energy efficient communication among electronic sensors and actuators over short ranges in buildings. They cause little interference to existing small bandwidth systems. Here, the spectral efficiency is of less importance than the power efficiency of the transmission scheme in short-range links. Key applications will be low-power sensor networks and robust embedded systems which require neither batteries, nor external antennas. We are exploring UWB impulse-radio techniques experimentally with integrated on-chip antennas for power-efficient short-range wireless communication, sensing, and localization. Thus, UWB technology provides a dependable association of data with objects: A key to the Internet of Things.

Multimedia Systems

Research in this field is about **multimedia signal processing for big data** and **coding for multimedia transmission**. On the signal-processing side, the work particularly involves advanced methods for big data such as compressed sensing, iterative recovery algorithms and sparse model selection -- a variety of machine learning -- with applications, e.g., in image processing and communications. For multimedia transmission, topics include multiuser information theory and flexible and powerful channel codes that can be decoded efficiently.

Compressed Sensing (CS):

Compressed sensing is about (re-)sampling (digital) signals at a sampling rate far below the classical sampling theorem; perfect (or at least very high quality) recovery is still possible, with suitable structure (such as „sparsity“) in the signal. In practical applications (such as MRI scanners) the vector dimension of the signals can be very large (100000 and more), so extremely efficient recovery algorithms are crucial as well as good dictionaries to perform the sampling process, which is in fact a multiplication with a measurement matrix (the dictionary). Work items include fast recovery of very high-dimensional signals with different types of „structure“ (including „sparsity“ and „density“) by iterative algorithms, in particular the application of approximate message passing (AMP) to problems in image processing but also in communications. An example is the detection of radio-frequency identification tags: the classical problem of „collisions“ is re-interpreted as a compressed sensing measurement, and the application of AMP allows to detect a sparse selection of RFID tags from a huge list that in fact forms the compressed sensing measurement matrix.

Machine Learning:

While CS exploits sparsity to actively compress the observed signals, one can also use the raw data directly for extracting the inherent (sparse) structure to obtain a sparse model for the observed

data. This can be cast as an (unsupervised) machine learning problem based on unlabelled data. Work is focused on two specific machine learning methods:

Dictionary Learning: the idea is to represent the observed signals as sparse linear combinations of a single underlying dictionary. Thus, a sort of analog sparse source coding is performed, with the dictionary representing the source code. The problem is that the underlying dictionary is unknown and has to be determined based on the data. We investigate fundamental limits on how accurately this is possible.

Sparse Graphical Models: A popular way of representing complex systems with a large number of components (nodes) and complicated interactions between them are graphical models. If we assume that the observed data are realizations of a random vector with a fixed probability distribution, the problem of graphical model selection is to determine the underlying graphical model. In particular, we are interested in the conditional independence graph (CIG) of a random process.

Coding:

Error-correction channel coding has a key role in digital communication systems. Due to delay constraints of the applications, codes with small-to-medium block size are of particular interest. A special problem, which is very important in practice, is the realisation of a flexible “adjustable” code rate, as time-variant fading channels necessarily require adaptive modulation and coding. We investigate Low-Density Parity-Check (LDPC) codes specifically constructed for those situations. A key problem of code design is to avoid short cycles in the code graph in order to allow for better decoding results. On the one hand we investigate code designs that avoid short cycles by construction, on the other hand we have introduced a transformation-based representation of quasi-cyclic LDPC codes that allows for a simple cycle analysis that can be used in numerical code design. We also consider extensions of those techniques to design codes with adjustable code rate.

Beyond the conceptual side of research in algorithms, we also work on implementing channel encoders and decoder by programmable hardware (FPGA, Field-Programmable Gate Arrays). The goal is a highly efficient realization of practically relevant LDPC channel encoders and decoders in order to investigate their performance at very low bit-error rates and to compare measurements with analytical results.

Christian Doppler Labor „Zuverlässige Drahtlose Konnektivität für eine Gesellschaft in Bewegung“

Das Christian Doppler Labor für Zuverlässige Drahtlose Konnektivität für eine Gesellschaft in Bewegung beschäftigt sich mit grundlegenden Forschungsfragen der drahtlosen Kommunikation, die speziell im Bereich großer Nutzerdichten mit sowohl statischen als auch bewegten Benutzern (wie zum Beispiel im städtischen Bereich) auftreten. Ziel des Labors ist es, die Netzkapazität und den Datendurchsatz für solch dichte Szenarien signifikant zu verbessern und gleichzeitig auch eine zuverlässige Kommunikation selbst bei hoher Mobilität zu gewährleisten. Dementsprechend liegt das Hauptaugenmerk des Labors auf Fragen der Verfügbarkeit, Latenzzeit, Ausfallsicherheit und Effizienz der drahtlosen Kommunikation. Mobilfunktechnologien der fünften Generation bilden dabei die Grundlage des Forschungslabors. Um die Vision des Labors zu realisieren, bedarf es neuartiger Funktechnologien sowohl auf Link- als auch auf System-Ebene. Auf Link-Ebene versprechen neue Mehrträger-Modulationsverfahren verbesserte Anpassungsfähigkeit der Übertragung an die Eigenschaften des Übertragungskanals und die Erfordernisse der Benutzer. Des Weiteren versprechen Trägerfrequenzen im Millimeter-Wellen Bereich (mmWave) und der Einsatz großer Antennen-Arrays eine signifikante Erhöhung der Netzkapazität. Ziel des Labors ist es diese Versprechen zu realisieren, in dem einerseits Messkampagnen durchgeführt werden, um den Übertragungskanal grundlegend zu charakterisieren, und andererseits, basierend auf diesen Ergebnissen, Sende-Empfangsmethoden zu entwickeln, um eine effiziente und zuverlässige Datenübertragung

zu gewährleisten. Auf System-Ebene liegt der Fokus des Labors auf der Verdichtung heterogener Netzstrukturen und der Kombination von Mobilfunk mit Ad-Hoc Funktechnologien, um durch dynamische und adaptive Koordination der Medium Access Control (MAC) Schicht und der Netzsicht die Verfügbarkeit und Effizienz des Mobilfunknetzes zu maximieren.

Das Christian Doppler Labor für Zuverlässige Drahtlose Konnektivität für eine Gesellschaft in Bewegung hat seine Arbeit im Jänner 2016 mit drei Forschungsmodulen aufgenommen. Jedes dieser Forschungsmodulen ist mit einem der drei Unternehmenspartner assoziiert. In Modul 1 werden gemeinsam mit Nokia Solutions and Networks neue Mehrträger-Modulationsverfahren entwickelt und der Einsatz von großen Antennen-Arrays in Mobilfunknetzen untersucht. In Modul 2 liegt der Forschungsschwerpunkt der gemeinsamen Entwicklungen mit A1 Telekom Austria AG sowohl auf der Ausnützung der großen verfügbaren Bandbreite im Millimeter-Wellen Bereich, als auch auf der Kombination von Mobilfunk mit Ad-Hoc Funktechnologien, speziell im Kontext der sogenannten Vehicular Communications. In Forschungsmodul 3 werden mit dem Unternehmenspartner Kathrein Werke-KG Funktechnologien auf System-Ebene untersucht, sowohl im Hinblick auf Verdichtung heterogener Netzstrukturen durch Einsatz verteilter Antennensysteme und sog. small cell Basis-Stationen, als auch durch Verwendung von großen Antennen-Arrays auf Makro Basis-Stationen um Benutzer im städtischen Bereich innerhalb und außerhalb von Gebäuden effizient und zuverlässig zu versorgen.

Christian Doppler Lab „ Dependable Wireless Connectivity for the Society in Motion “

The Christian Doppler Laboratory for Dependable Wireless Connectivity for the Society in Motion addresses fundamental research questions arising from large numbers of static and mobile wireless users especially within urban agglomerations. The research focus is not only on enhancing mobile network capacity and best-effort high data rate services, but equally on dependable (reliability- and delay-critical) data transmissions. Under these circumstances we focus on questions relating to efficiency, reliability, latency and availability of wireless communications. The scope of the laboratory is on enhancing candidate 5G link and system level technologies to realize our vision of a connected Society in Motion through combined heterogeneous cellular and ad-hoc wireless networks, employing novel PHY waveforms, carrier frequencies in the millimeter wave (mmWave) band and full-dimension multiple input multiple output (FD-MIMO) multi-antenna concepts, as well as dynamic coordination of the medium access control (MAC) and the network layer. Our research work involves basic measurement-based wireless channel characterization in the mmWave band to acquire an understanding of channel fading behavior.

The Christian Doppler Laboratory for Dependable Wireless Connectivity for the Society in Motion started its work in January 2016 with three work modules. Each of the modules is associated to one of the three industrial partners Nokia Solutions and Networks (Module 1), A1 Telekom Austria AG (Module 2) and Kathrein-Werke KG (Module 3). The focus of Research Module 1 is on PHY enhancements, specifically on novel multicarrier modulation schemes that support flexible partitioning and allocation of the available time-frequency resources, and on FD-MIMO/massive MIMO systems that utilize large-scale two-dimensional antenna arrays for three-dimensional beamforming. The focus of Research Module 2 is on wireless communication technologies that are new to cellular mobile networks and that potentially require rethinking of network deployment and network access management. Specifically, we consider wireless transmission in the mmWave band, which is per se not particularly well-suited to mobile communications in terms of propagation characteristics, as well as, cellular assisted vehicular communications. In Research Module 3, the focus of our research work is on system level based evaluation of urban heterogeneous networks (HetNets) containing indoor and outdoor small cells, as well as FD-MIMO based macro base stations to serve users inside and outside buildings.

Signalverarbeitung

Die statistische Signalverarbeitung in drahtlosen Sensornetzen bildet einen wesentlichen Schwerpunkt unserer Arbeiten. Ein Beispiel ist die Detektion von Fahrzeugen und die Schätzung ihrer Positionen und Geschwindigkeiten. Wir bevorzugen einen verteilten (dezentralen, kooperativen) Ansatz, der ohne eine zentrale Verarbeitungseinheit oder Kommunikation zwischen weit entfernten Sensoreinheiten auskommt. Aktuelle Forschungsergebnisse sind verteilte “message passing” Methoden zur kooperativen gleichzeitigen Sensor-Selbstlokalisierung und Objektverfolgung sowie zur kooperativen gleichzeitigen Sensor-Selbstlokalisierung und Synchronisierung. Weiters entwickelten wir eine verteilte Methode zur Verfolgung eines Objekts, das im Beobachtungsgebiet wiederholt erscheinen und verschwinden kann.

Eine aktuelle Forschungsrichtung ist die Verfolgung mehrerer Objekte basierend auf den Messwerten mehrerer Sensoren und unter Verwendung von “belief propagation message passing” und der Theorie endlicher Zufallsmengen. Wir entwickelten eine Methode für den praktisch relevanten Fall, dass die Anzahl der Objekte und die Zuordnung der Messwerte zu den Objekten unbekannt sind. Diese Methode erfordert selbst bei einer großen Anzahl von Objekten und Sensoren einen geringen Rechenaufwand.

In unseren Forschungsarbeiten im Bereich der Informationstheorie betrachteten wir die Kompression (verlustbehaftete Quellenkodierung) von Daten für den Fall, dass die nützliche Information durch eine Menge beschrieben wird, d.h. die Reihenfolge der Daten ist unerheblich und die Anzahl der Daten ist a priori unbekannt. Wir entwickelten eine Rate-Distortion-Theorie für endliche Zufallsmengen (oder Punktprozesse), welche die grundlegenden Grenzen der Kompression endlicher Zufallsmengen beschreibt. Wir definierten grundlegende informationstheoretische Konzepte und Größen für endliche Zufallsmengen und entwickelten untere und obere Schranken für die Rate-Distortion-Funktion.

Methoden der Signalverarbeitung sind eine wesentliche Komponente mehrerer weiterer Forschungsgebiete. Ergänzende Beschreibungen von Forschungsaktivitäten im Bereich der Signalverarbeitung finden sich in den Abschnitten Mobilkommunikation, Theorie der Telekommunikation, Flexible Funkssysteme und Multimediasysteme.

Signal Processing

A major focus of our work is on statistical signal processing in wireless sensor networks. An example is the task of detecting vehicles and estimating their locations and velocities. We emphasize a fully distributed (decentralized, cooperative) approach that does not require a central processing unit or communication between distant sensor units. Our recent results include a distributed message passing method for cooperative simultaneous sensor self-localization and object tracking and a distributed message passing method for cooperative simultaneous sensor self-localization and synchronization. We also developed a distributed object tracking method for an object that may repeatedly appear and disappear in the surveillance area.

Another direction of our research is the use of belief propagation message passing and random finite set techniques for multi-object tracking based on multiple sensors. We developed a multi-object tracking method for the practically relevant case where the number of objects and the association between measurements and objects are unknown. The method has a low computational complexity even for a large number of objects and sensors.

In our work in the area of information theory, we considered the compression (lossy source coding) of data for the case where the useful information is contained in a set, i.e., the ordering of the data points is irrelevant and the number of data points is a priori unknown. We developed a rate-distortion theory for random finite sets (or finite point processes), which characterizes the fundamental limits of compression of random finite sets. We introduced fundamental information-theoretic

concepts and quantities for random finite sets and developed lower and upper bounds on the rate-distortion function.

Signal processing methods are an essential part of several other research areas. For complementary signal processing research, see the sections Mobile Communications, Communication Theory, Flexible Wireless Systems, and Multimedia Systems.

Theorie der Telekommunikation

Schwerpunkt unserer Arbeiten sind drahtlose Kommunikations- und Sensornetze sowie Methoden der Signalverarbeitung für Big Data.

Wir forschten zum Entwurf von Empfängern unter Berücksichtigung der verwendeten digitalen Hardware. Dabei untersuchten wir in Zusammenarbeit mit der *Universidad Politécnica de Valencia* (Spanien) Verfahren zur Kompression der Empfangssignale in digitalen Fernsehsystemen. Unsere Methode beruht auf (hinsichtlich Transinformation optimaler) ungleichförmiger Quantisierung der *log-likelihood ratios* und führte zu einer Reduktion der notwendigen Speichergröße um bis zu 60%. Weiters erforschten wir gemeinsam mit der *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* (EPFL, Schweiz) effiziente Methoden zur Dekodierung von *low-density parity check* (LDPC) Codes. Dabei entwickelten wir quantisierte *message-passing* Algorithmen, welche den Informationsfluss im Code-Graphen maximieren und sich besonders gut in Hardware realisieren lassen. Tatsächlich führte eine Synthese des Decoders für 10GigabitEthernet in 28nm CMOS-Technologie zum weltweit schnellsten Durchsatz von mehr als 500 Gigabit pro Sekunde bei einer Chipfläche von ca. 20mm².

Moderne Übertragungssysteme (z.B. der Mobilfunkstandard *LTE Advanced*) verwenden immer häufiger Rückkanäle zur Verbesserung der Verbindungsqualität. Für derartige Kommunikationssysteme mit Feedback untersuchten wir die maximal erzielbaren Übertragungsraten für den Fall, dass das Feedbacksignal komprimiert ist (wie es in der Praxis immer der Fall ist). Es gelang uns zu zeigen, dass lineare Codierung hier im Gegensatz zu verrauschtem Feedback nichtverschwindende Übertragungsraten erzielt. Eine Erweiterung dieser Ergebnisse auf Mehrbenutzersysteme führte zur Entwicklung von Superposition-Codes, welche eine Adaption an die Qualität der Feedbacksignale ermöglichen und dadurch die Übertragungsrate maximieren. Das dabei auftretende Problem der besten Ressourcenverteilung konnten wir mithilfe von Algorithmen zur konvex-konkaven Optimierung lösen.

In Kooperation mit der *CentraleSupélec* (Frankreich) führten wir mehrere grundlegende informationstheoretische Arbeiten durch, welche in Sensornetzanwendungen aber auch im Bereich maschinelles Lernen für Big Data relevant sind. Zum einen untersuchten wir das Problem der verteilten Codierung mit dem Ziel, mehrere Quellen optimal zu komprimieren während die wechselseitige Information zwischen den Quellen möglichst gut erhalten bleibt. Dieses Problem hat praktische Anwendungen für das *Biclustering* von großen Datensätzen. Außerdem betrachteten wir das verwandte abstrakte Problem, maximal informative binäre Funktionen zu bestimmen, welche bei 1-Bit-Kompression von zwei binären Quellen den gegenseitigen Informationsgehalt so gut wie möglich erhalten.

Auf dem jungen Gebiet der Graphsignalverarbeitung haben wir Verfahren entwickelt, die es erlauben, fehlende Datenpunkte in abgetasteten Graphsignalen zu rekonstruieren. Als Gütekriterium für die Glattheit des Signals verwendeten wir dabei die durch den zugrundeliegenden Graphen induzierte Totalvariation. Dies führte zu nichtdifferenzierbaren Minimierungsproblemen, welche wir mittels moderner Methoden der konvexen Optimierung lösten. Die resultierenden Algorithmen zeichnen sich durch hohe Recheneffizienz und schnelle Konvergenz aus. Um eine praktische Anwendung auf Big-Data-Datensätze zu ermöglichen, entwickelten wir zudem verteilte Implementierungen dieser Algorithmen, welche nur geringen Datenaustausch zwischen den Rechnerknoten erfordern. Anhand eines Datensatzes mit Amazon-Produkten und –Bewertungen konnten wir die

hervorragende Leistungsfähigkeit unserer Methode demonstrieren. Weiters erforschten wir mathematische Grundlagen der Abtastung und Rekonstruktion von Daten in unterschiedlichen Signalräumen in Zusammenarbeit mit der *Numerical Harmonic Analysis Group* der Universität Wien. Zuletzt haben wir uns vermehrt mit dem Problem des Lernens der Struktur eines Graphen anhand großer, möglicherweise unvollständiger und fehlerbehafteter, Datensätze beschäftigt. Wir formulierten diese Aufgabe als konvexes Optimierungsproblem und schlugen vor, es mit modernen Verfahren wie dem ADMM-Algorithmus zu lösen, die auch für große Datensätze geeignet sind. Die Leistungsfähigkeit unserer Methoden wurde an echten Daten—unter anderem aus der Bildverarbeitung—getestet.

Communication Theory

The focus of our research is on wireless communication and sensor networks and on signal processing for Big Data.

We performed research on the design of receivers that account for constraints in the underlying digital hardware. Together with *Universidad Politécnica de Valencia* (Spain) we investigated methods for the compression of receive signals in digital television systems. Our method builds on non-uniform quantization of log-likelihood ratios such that mutual information is maximized and led to a reduction in memory requirements by up to 60%. In cooperation with *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* (EPFL, Switzerland) we explored efficient decoder architectures for low-density parity check (LDPC) codes. More specifically, we devised quantized message passing algorithms that maximize the information flow in the code graph and particularly well suited for hardware realization. The synthesis of a decoder for 10GigabitEthernet in 28nm CMOS technology lead to a record-breaking throughput of more than 500 Gigabit per second at 20mm² chip area.

Modern communication systems (e.g., the mobile radio standard *LTE Advanced*) more and more rely on feedback channels to improve link quality. For this type of transmission with feedback we analyzed the maximum achievable information rates for the case where the feedback is quantized (as is always the case in practice due to rate limitations). We managed to show that contrary to noisy feedback linear encoding achieves non-vanishing rates. An extension of these results to multi-user systems led to the development of superposition codes, which enable an adaptation to the quality of the feedback signal and thereby maximize the transmission rate. We could solve the associated problem of determining the best resource allocation via algorithms for convex-concave optimization.

In cooperation with *CentraleSupélec* (France) we carried out fundamental information theoretic work, which is relevant in sensor network applications and in machine learning for big data. On the one hand we examined distributed coding problems with the aim of maximally compressing multiple sources while preserving the mutual information between the sources as good as possible. This problem has a practical application in bi-clustering for large datasets. We further considered the abstract problem of finding maximally informative binary functions, which maximally preserve the mutual information between two sources under 1-bit compression.

In the young field of graph signal processing we developed methods for the reconstruction of missing data points in sampled graphed signals. As a metric for the smoothness of the graph signal we used the total variation induced by the underlying graph. This led to non-smooth minimization problems, which we solved using modern methods of convex optimization. The resulting algorithms are computationally efficient and feature fast convergence. To enable practical applications to massive datasets, we further developed distributed implementations of these algorithms, which require little communication overhead between the computing nodes. We could verify the excellent performance of our scheme using a real-world dataset of Amazon products and ratings. In cooperation with the *Numerical Harmonic Analysis Group* at the *University of Vienna* we further investigated

the mathematical foundations of sampling and reconstruction of data in distinct signal spaces. Recently, we focused on the problem of learning the structure of a graph from huge but possibly incomplete and noisy data sets. We formulated this problem as a convex optimization problem and we proposed to solve this problem using modern algorithms like ADMM that are suited for large-scale data. We tested the performance of our method on real data, e.g. from image processing.

Communication Networks Group

The main research areas of the communication networks (CN) group at the Institute of Telecommunications (TC) are network security and secure communication in Cyber-Physical Systems (CPSs). The group is especially active in the field of reactive security measures, with focus on network supervision and anomaly detection methods. For Cyber-Physical Systems protection the group works on secure communication solutions for smart grid environments and Cyber-Physical production systems.

Network Security

The protection of communication networks against new and unexpected attacks remains a challenging task. Attacks become more sophisticated. New vulnerabilities emerge every day. Proactive solutions often fail if new attack strategies are used or undetected vulnerabilities are exploited. Therefore, network supervision methods are essential to establish situational awareness in communication networks. They help to detect anomalies in communication patterns and provide the first step for the detection of new attack types.

The communication networks group works on network supervision and network protection methods, anomaly detection techniques and mitigation strategies.

Secure Communication in Cyber-Physical Systems

Cyber-physical systems (CPS) interconnect real world physical systems with computational components in cyberspace. Cyber-physical systems provide the basis for many critical infrastructures (such as smart power grids) and are therefore tempting targets for all kinds of attackers. As a consequence, communication networks for cyber-physical systems have high security demands. Interfering with supervision and control functions in cyberspace can influence real world physical systems, which can lead to the damage of physical devices, malfunction of critical processes and endangerment of human lives.

The Communication Networks group works on methods to protect and supervise communication networks for Cyber-Physical Systems. The group focuses on secure communication methods for smart grid environments and Cyber-Physical production systems. The group works on IPv4 and IPv6 based communication in smart grids for smart metering and wide area monitoring systems (WAMS).

ERNENNUNGEN UND PREISE / NOMINATIONS AND AWARDS

EURASIP Meritorious Service Award: "For Leadership and Activities as EURASIP Chair and for Continuous Commitment with EURASIP over the last fifteen years in almost all aspects", Markus Rupp

National Instruments Academic Research Grant: T. Blazek, M. Ashury, C. F. Mecklenbräuker, D. Smely and G. Ghiaasi, "Vehicular channel models: A system level performance analysis of tapped delay line models," *2017 15th International Conference on ITS Telecommunications (ITST)*, Warsaw, 2017, pp. 1-8. doi: 10.1109/ITST.2017.7972222

Faculty award: best Diploma Thesis: „Antenna Characterization in the Near-Field“, 2017, David Löschenbrand.

Ernennung zum Mitglied des VDE/ITG-Fachausschusses 5.1: Informations- und Systemtheorie, Norbert Goertz

VERANSTALTUNGEN / EVENTS

Informationstechnisches Kolloquium: Digitale Transformation, Chancen und Risiken.
Staat – Gesellschaft - Industrie, 9. Mai 2017, Organizers: Christoph Mecklenbräuker, Helmut Malleck, Thomas Zemen, Veranstalter: OVE, TU Wien, AIT

Open Day des Forschungsmoduls 2 des CD-Labors für Zuverlässige Drahtlose Konnektivität, 20.06.2017, TU Wien

2-Jahres Evaluierung des CD-Labors für Zuverlässige Drahtlose Konnektivität, 25.10.2017, TU Wien

Löt-Workshops für Schulkinder (Organizer: Daniel Maierhofer):

FIT-Tage: Discolicht, 1.2.2017, TU Wien

AHS-Klassen: Radio, 22.3.2017, 20.4.2017, 26.6.2017, TU Wien

Volksschulklassen: Kosmos Elektro Baukästen, 16.6.2017, 21.6.2017, 13.12.2017, extern

technNIKE: Time Telling Teddy – der sprechende Wecker, 6.7.2017, 7.7.2017, 11.7.2017, 14.7.2017, TU Wien

VORTRÄGE VON GÄSTEN / LECTURES BY GUESTS

Prof. Gerhard Kramer (TU München), "Capacity of Cloud-RAN Downlink Channels", Nov. 2017.

LEHRVERANSTALTUNGEN / COURSE PROGRAM

Im Studienjahr 2017

1. PFLICHTLEHRVERANSTALTUNGEN / MANDATORY COURSES

			WS	SS
Zseby	Communication Networks 1	VO	3.0	----
Fabini, Vormayer	Communications Networks 2	VU	----	3.0
Görtz, Goiser, Hlawatsch, Mecklenbräuker, Matz, Rupp, Zseby, Svoboda	Datenkommunikation	VO	----	2.0
Hlawatsch, Repp	Digital Communications 1	VU	----	3.0
Hlawatsch, Musa	Digital Communications 2	VU	3.0	----
Goiser, Blazek	Lab Wireless Communications	LU	----	2.0
Görtz, Hannak Birgmeier	Signale und Systeme 2	VU	----	3.0
Rupp, Ademaj, Pratschner	Signal Processing 1	VU	3.0	----
Matz, Farthofer	Signal Processing 2	VU	3.0	----
Goiser, Pichler	Telekommunikation	VU	----	3.5
Mecklenbräuker, Artner	Wellenausbreitung	VU	3.0	----
Mecklenbräuker, Rupp, Blazek, Zöchmann	Wireless Communications 1	VU	----	4.0
Görtz, Babazadeh	Wireless Communications 2	VO	----	2.0

2. WAHLEHRVERANSTALTUNGEN / OPTIONAL COURSES

			WS	SS
Rupp, Schwarz	5 th Generation Wireless Technologies	VO	----	2.0
Rupp, Svoboda	Advanced Wireless Communications 1	VO	2.0	----
Goiser	Advanced Wireless Communications 2	VO	2.0	----
Mecklenbräuker, Zemen	Advanced Wireless Communications 3	VO	2.0	----
Mecklenbräuker Langwieser, Ehrlich-Schupita, Scholtz	Antennenentwurf und – aufbau	PR	----	2.0
Matz	Ausgewählte Kapitel der Übertragungst. und Informationsverarbeitung	SE	1.5	1.5
Görtz, Rupp, Goiser, Hlawatsch, Mecklenbräuker, Scholtz, Matz, Zseby	Bachelorarbeit mit Seminar	PR	10.0	10.0
Langwieser	Baugruppen von Funkgeräten	SE	----	3.0
Zseby	Communication Networks Seminar	SE	----	2.0
Langwieser, Pichler	Computer Aided RF Circuit Design	PR	3.0	----
Rupp	DSP Seminar	SE	1.0	----
Görtz, Matz	Digital Communications Seminar	SE	3.0	----
Matz	Drahtlose Mehrträgersysteme	VO	2.0	----
ProfessorInnen und AssistentInnen	EDV-Orientierte Projektarbeit	AG	4.0	4.0
Goiser	Einführung in die Telekommunikation	VU	----	3.0

Garn, Ehrlich-Schupita,, Lamedschwandner, Neubauer	Fachvertiefung - Elektromagnetische Felder und Wellen	VU	----	4.0
Wess	Fachvertiefung – Signale und Systeme	VU	4.0	----
Görtz, Mecklenbräuker, Sigmund (TU Brno)	Fachvertiefung – Telekommunikation	VU	----	4.0
Scholtz, Mecklenbräuker,	Funkweitverkehrstechnik	VO	1.5	----
Matz	Graphische Modelle in der Signalverarb. und Übertragungstechnik	VO	----	2.0
Hlawatsch	Information theory for communications engineers	VO	2.0	----
Rupp, Schwarz	Internationales Seminar Mobile Kommunikation	SE	----	3.0
Matz, Mecklenbräuker	Konvexe Optimierung für die Signalverarb. und Übertragungstechnik	VO	----	2.0
Gartner	Labor Grundlagen der FPGA Programmierung mit VHDL	LU	----	2.0
Matz, Mecklenbräuker	MIMO Communications	VO	2.0	----
Zseby, Iglesias, Krieg	Network Security	VO	----	2.0
Zseby, Annessi	Network Security – Advanced Topics	VU	2.0	----
Hlawatsch	Parameter Estimation Methods	VO	----	2.0
Langwieser	Praktische Realisierung von Hochfrequenzschaltungen	PR	----	3.0

Görtz	Projektarbeit (Übergangsregelung B.-Arbeit)	PA	2.0	2.0
Görtz	Quellencodierung (Source Coding)	VO	2.0	----
Hlawatsch, Rupp, Matz	Research Projects in Advanced Signal Processing	SE	3.0	3.0
Goiser	Robuste und verlässliche Kommunikationssysteme	VU	2.0	---
Görtz, Hannak Musa, Babazadeh, Birgmeier	Signal Processing for Big Data	SE		2.0
Hlawatsch, Kropfreiter	Signal Processing Seminar	SE		3.0
Rupp, Görtz Mecklenbräuker, Svoboda	Seminar Wireless Communications	SE		3.0
Matz	Signal Detection	VO	----	2.0
Mecklenbräuker	Telekommunikationsforum ITC Forum	KO	2.0	2.0
Rupp	Ubiquitous Computing	VO	3.0	----
Mecklenbräuker Langwieser, Scholtz	Zentimeter und Millimeterwellen	PR	----	2.0

GASTVORTRÄGE VON INSTITUTSMITGLIEDERN / GUEST TALKS BY MEMBERS OF THE INSTITUTE

Martin Lerch: "The Vienna Wireless Testbeds: Experimental Research towards 5G"; Talk: Universidad da Coruna, A Coruña, Spain (invited); 01-20-2017.

G. Artner: "Antennas Hidden Inside the Vehicle Roof"; Gastvortrag University of Prishtina, Prishtina, Kosovo 23.02.2017.

Taulant Berisha: "Spatial analysis and Coverage Implications to Cellular Users on-board new Regional Trains in Austria", University of Prishtina, Prishtina, Kosovo, (invited talk), Feb. 2017

T. Zseby: "Stealthy Communication Methods: Generation and Detection of Covert Channels in TCP/IP Traffic"; Vortrag: TU München Informatik-Kolloquium, Technische Universität München (eingeladen); 15.05.2017.

C. Mecklenbräuker, P. Gerstoft, A. Xenaki: "Multi Snapshot Sparse Bayesian Learning for DOA Estimation"; Vortrag: Gastvortrag Univ. Erlangen-Nürnberg, Erlangen (eingeladen); 12.06.2017.

Norbert Goertz, "Iterative Recovery of Sampled Bandlimited Graph-Signals", Universitaet Bremen, Oktober 2017

C. Mecklenbräuker: "Wie modelliere ich meine Antenne in EZNEC?"; Vortrag: Icebird Talk, Wien (eingeladen); 23.11.2017.

FORSCHUNGSPROJEKTE / RESEARCH PROJECTS

SIGNALVERARBEITUNG / SIGNAL PROCESSING

Random Finite Set Methods for Network-Based Bayesian Estimation (FWF Grant P 27370-N30)
Contact: F. Hlawatsch *Partner:* *Duration:* 01.2015 – 12.2018

Sequential Bayesian Estimation of Arterial Wall Motion (GACR Grant 17-19638S)
Contact: F. Hlawatsch *Partner:* *Duration:* 01.2017 – 12.2019

MOBILKOMMUNIKATION / MOBILE COMMUNICATIONS

COST – Aktion IC15104 „Inclusive Radio Communication Networks for 5 G and beyond (IRACON), Im Rahmen des Forschungsprogramms “Horizons 2020“
Contact: C. Mecklenbräuker *Duration:* 2016 – 12.2019

MAR17-PERF
Contact: M. Rupp *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 11.2016 – 12.2017

MAR17-RAIL
Contact: M. Rupp *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 12.2016 – 12.2017

MAR17-TRAF
Contact: M. Rupp *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 01.2017 – 12.2017

MAR2018MMIMO

Contact: M. Rupp *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 11.2017 – 12.2018

MAR2018NTT

Contact: M. Rupp *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 11.2017 – 12.2018

Mc.HypaMiner (FFG Bridge, Methodical Solution for Cooperative Hybrid Performance Analytics in Mobile Networks)

Contact: P. Svoboda *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 09.2015 – 12.2017

FaliCap (EU H2020 Part of MONROE)

Contact: P. Svoboda *Partner:* SIMULA *Duration:* 03.2017 – 09.2018

WLAN Home Solutions

Contact: P. Svoboda *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 11.2016 – 12.2017

A1 PFN

Contact: P. Svoboda *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 11.2017 – 12.2018

A1 MStream

Contact: P. Svoboda *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 09.2016 – 01.2017

A1 POLQA

Contact: P. Svoboda *Partner:* A1 Telekom Austria AG *Duration:* 10.2016 – 03.2017

ZugRep

Contact: P. Svoboda *Partner:* OEGB TS GmbH *Duration:* 11.2017 – 07.2018

CD-Labor für Zuverlässige Drahtlose Konnektivität für eine Gesellschaft in Bewegung

Contact: S. Schwarz *Partner:* A1 Telekom Austria AG, Kathrein Werke KG,
Nokia Solutions and Networks *Duration:* 01.2016 – 12.2020

THEORIE DER TELEKOMMUNIKATION / COMMUNICATION THEORY

TINCOIN – The Information Bottleneck Principle in Multiterminal Communication and Inference (WWTF Grant ICT12-54)

Contact: G. Matz *Partners:* New Jersey Institute of Technology, École Polytechnique
Fédérale de Lausanne, Universidad Polyécnica de Valencia
Duration: 01.2013 – 06.2017

Co3-iGraB - Communication and Complexity Constrained Inference over Graphs for Big Data (WWTF Grant ICT15-119)

Contact: G. Matz *Partners:* Technion, Israel; University of Edinburgh, UK
Duration: 12.2015 – 11.2019

UNFOLD - Unleashing Finite-alphabet Implementations of LDPC Decoders (WWTF Grant NXT17-013)

Contact: G. Matz

Partner: École Polytechnique Fédérale de Lausanne

Duration: 08.2017 – 03.2018

FLEXIBLE FUNKSYSTEME / FLEXIBLE WIRELESS SYSTEMS

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik

Contact: Robert Langwieser, C. Mecklenbräuker

Duration: 2013 – 2019

FM Radio

Contact: R. Langwieser

Partner: Antenne "Österreich" und Medieninnovationen GmbH

Duration: 11.2017 - 02.2018

Copper Optical Network Evolution (CONE)

Contact: C. Mecklenbräuker *Partner:* Alcatel Lucent Austria AG, A1 Telekom Austria AG,
FFG Förderprogramm: BRIDGE *Duration:* 09.2016 – 08.2018

Extension of the GBAN FTW activities (GBAN EXT)

Contact: C. Mecklenbräuker *Partner:* Alcatel Lucent Austria AG, A1 Telekom Austria AG,
FFG Förderprogramm: BRIDGE *Duration:* 09.2016 – 08.2018

V2I and V2V communications for human society (VC4HS)

Contact: C. Mecklenbräuker *Partner:* University of Prishtina, Kosovo, Förderprogramm: Higher
Education Research and Applied Science
Duration: 11.2017 – 10.2018

Advanced Inductive Coupling (AIC)

Contact: C. Mecklenbräuker *Partner:* NXP Semiconductors Austria GmbH

Duration: 01.2017 – 12.2017

ARRI Wireless Videolink 2017 (ARRI2017)

Contact: C. Mecklenbräuker *Partner:* ARRI Cine & Video Geräte GmbH

Duration: 11.2017 – 09.2018

COMMUNICATIONS NETWORKS

BigDAMA - Big Data Analytics for Network Traffic Monitoring and Analysis (WWTF Project ICT15-129)

Contact: T. Zseby

Partner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Politecnico di
Torino

Duration: 03.2016 – 02.2019

synERGY – Security for Cyber-Physical Value Networks Exploiting Smart Grid Systems (FFG IKT der Zukunft)

Contact: T. Zseby

Partner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Huemer IT
Solutions, Universität Klagenfurt – Forschungsgr. Systemsicherheit,
MOOSMOAR Energies OG, Energie AG Oberösterreich Telekom
GmbH, LINZ STROM GmbH, Bundesministerium für
Landesverteidigung und Sport.

Duration: 01.2017 – 06.2019

RASSA - Reference Architecture for Secure Smart Grids in Austria (FFG Energieforschung e!MISSION)

Contact: T. Zseby

Partner: AIT Austrian Institute of Technology GmbH,
Technologieplattform Smart Grids Austria, SBA Research GmbH,
Energieinstitut Johannes Kepler Universität Linz, FH Salzburg, Energie
AG Oberösterreich Data GmbH, Siemens AG Österreich, Sprecher
Automation GmbH, TINETZ Stromnetz Tirol AG, KNG-Kärnten,
Alcatel-Lucent, Bundesministerium für Landesverteidigung und Sport
(BMLV)

Duration: 06.2015 – 09.2017

SIMULTAN - Simultane Planungsumgebung für Gebäudecluster in resilienten, ressourcen- und höchst energieeffizienten Stadtteilen (FFG)

Contact: T. Zseby

Partner: Institut für Hochbau und Technologie (TU Wien), Schöberl
& Pöll GmbH, VASKO+Partner, Ziviltechniker für Bauwesen und
Verfahrenstechnik GesmbH, Wiener Stadtwerke Holding AG,
Department für Raumplanung (TU Wien), Institut für
Informationssysteme (TU Wien), Institut für Energietechnik und
Thermodynamik (TU Wien), Institut für Energiesysteme und Elektrische
Antriebe (TU Wien)

Duration: 10.2014 – 09.2017

FUSE - Future Self-Organizing Energy Networks (TU Wien)

Contact: T. Zseby

Partner: Institute of Energy Systems and Electrical Drives (TU Wien)

Duration: 12.2015 – 11.2019

DISSERTATIONEN / DOCTORAL DISSERTATIONS:

(eigene und begutachtete)

- S. Drakulic: "Signal Processing for Fourth Generation Wired Broadband Access Networks"; Betreuer/in(nen), Begutachter/in(nen): C. Mecklenbräuker, P. Ödling; E389, 2017; Rigorosum: 07.04.2017.
- N. Herold: "Incident Handling Systems with Automated Intrusion Response"; Betreuer/in(nen), Begutachter/in(nen): G. Carle, T. Zseby; Institut für Informatik VIII, TU München, 2017; Rigorosum: 15.05.2017.
- G. Hannak: "Bayesian Approximate Message Passing for Distributed Compressed Sensing"; Betreuer/in(nen), Begutachter/in(nen): N. Görtz, M. E. Davies; E389, 2017; Rigorosum: 30.08.2017.
- G. Pichler: "Clustering by Mutual Information"; Betreuer/in(nen), Begutachter/in(nen): G. Matz, P. Piantanida, G. Kramer; E389, 2017; Rigorosum: 15.11.2017.
- G. Artner: "Carbon Fiber Reinforced Polymer Cavity for Vehicular Antennas"; Betreuer/in(nen), Begutachter/in(nen): C. Mecklenbräuker, W. Kottermann, T. Zwick; E389, 2017; Rigorosum: 01.12.2017.
- G. Ramachandran: "Elements of an Image Processing System: Navigating through Representation, Shape Matching and View Synthesis"; Betreuer/in(nen), Begutachter/in(nen): M. Rupp, W. G. Kropatsch; E389, 2017; Rigorosum: 15.12.2017.

R. Nissel: "Filter Bank Multicarrier Modulation for Future Wireless Systems"; Betreuer/in(nen), Begutachter/in(nen): M. Rupp, S. Weiss; E389, 2017; Rigorosum: 21.12.2017.

DIPLOM- und MASTER-ARBEITEN / DIPLOMA and MASTER THESES

(eigene und betreute):

- D. Chingov: "Ranging precision of an existing UWB transceiver with a custom designed antenna"; Betreuer/in(nen): M. Mecklenbräuker, R. Langwieser; E389, 2017; Abschlussprüfung: 20.01.2017.
- V. Miklausic: "Optimized Sampling of Graph Signals"; Betreuer/in(nen): N. Görtz, G. Hannak; E389, 2017; Abschlussprüfung: 26.01.2017.
- M. Castrucci: "3D-basierte Detektion von Schlafapnoen"; Betreuer/in(nen): H. Garn; E389, 2017; Abschlussprüfung: 13.06.2017.
- L. Nagel: "Learning directed Graph Shifts from High-Dimensional Time Series"; Betreuer/in(nen): N. Görtz; Institute of Telecommunications, 2017; Abschlussprüfung: 13.06.2017.
- H. Botezan: "Selbstkomplementäre Antennen für ultrabreitbandige Funkssysteme"; Betreuer/in(nen): C. Mecklenbräuker, R. Langwieser; E389, 2017; Abschlussprüfung: 14.06.2017.
- A. Tajjar: "Compressed Sensing Recovery with Bayesian Approximate Message Passing using Empirical Least Squares Estimation without an Explicit Prior"; Betreuer/in(nen): N. Görtz; E389, 2017; Abschlussprüfung: 14.06.2017.
- F. Cano Paino: "Implementation and Evaluation of FD-MIMO Beamforming Schemes for Highway Scenarios"; Betreuer/in(nen): F. Ademaj, M. Müller, S. Schwarz, M. Rupp; Institute of Telecommunications, 2017; Abschlussprüfung: 26.06.2017.
- S. Gomez: "60 GHz WIFI as Autonomous Cruise Control"; Betreuer/in(nen): M. Rupp, E. Zöchmann; Institute of Telecommunications, 2017; Abschlussprüfung: 31.07.2017.
- M. Gasser: "Simulating Vehicle-to-Vehicle Connectivity on Real-World Street Networks"; Betreuer/in(nen): M. Mecklenbräuker, T. Blazek; E389, 2017; Abschlussprüfung: 06.10.2017.
- H. Groll: "Sparse Bayesian Learning for Directions of Arrival on an FPGA"; Betreuer/in(nen): C. Mecklenbräuker; E389, 2017; Abschlussprüfung: 17.11.2017.
- V. Raida: "Derive a Network Perspective of Cellular Mobile Networks based on Crowd Sourced Benchmark Tests"; Betreuer/in(nen): M. Rupp, P. Svoboda; E389, 2017; Abschlussprüfung: 17.11.2017.
- B. Tahir: "Construction and Performance of Polar Codes for Transmission over the AWGN Channel"; Betreuer/in(nen): M. Rupp, S. Schwarz; Institute of Telecommunications (E389), 2017; Abschlussprüfung: 17.11.2017.

BÜCHER UND BUCHBEITRÄGE / BOOKS AND BOOK CHAPTERS

G. Artner, A. Bogadi, J. Grames, I. Hahn, P. Hans, H. Krebs, T. Rouhi (Hrg.): "Proceedings VSS 2017 - Vienna young Scientists Symposium"; Book of Abstracts, Dipl.Ing. Heinz A. Krebs, 2352 Gumpoldskirchen, 2017, ISBN: 978-3-9504017-5-2; 162 S.

ZEITSCHRIFTENARTIKEL / PUBLICATIONS IN SCIENTIFIC JOURNALS

G. Artner, P. K. Gentner, J. Nicolics, C. Mecklenbräuker: "Carbon Fiber Reinforced Polymer with Shredded Fibers: Quasi-Isotropic Material Properties and Antenna Performance"; International Journal of Antennas and Propagation, 2017 (2017), Article ID 6152651; 11 S.

G. Artner, R. Langwieser, C. Mecklenbräuker: "Concealed CFRP Vehicle Chassis Antenna Cavity"; IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 16 (2017), 1; S. 1415 - 1418.

C. Backfrieder, G. Ostermayer, C. Mecklenbräuker: "Increased Traffic Flow through Node-Based Bottleneck Prediction and V2X Communication"; IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 18 (2017), 2; S. 349 - 363.

J. Blumenstein, A. Prokes, A. Chandra, T. Mikusalek, R. Marsalek, T. Zemen, C. Mecklenbräuker: "In-Vehicle Channel Measurement, Characterization and Spatial Consistency Comparison of 3-11 GHz and 55-65 GHz Frequency Bands"; IEEE Transactions on Vehicular Technology, 66 (2017), 5; S. 3526 - 3537.

P. Eder-Neuhauser, T. Zseby, J. Fabini, G. Vormayr: "Cyber attack models for smart grid environments"; Sustainable Energy, Grids and Networks, 12 (2017), 12C (2017); S. 10 - 29.

B. Etlzinger, F. Meyer, F. Hlawatsch, A. Springer, H. Wymeersch: "Cooperative simultaneous localization and synchronization in mobile agent networks"; IEEE Transactions on Signal Processing, 65 (2017), 14; S. 3587 - 3602.

M. Fereydooni, M. Sabaei, M. Dehghan, M. Taranez, M. Rupp: "A Mathematical Framework to Evaluate Flexible Outdoor User Association in Urban Two-Tier Cellular Networks"; angenommen für IEEE Transactions on Wireless Communications (2017), S. 1 - 16.

F. Iglesias Vazquez, R. Annessi, T. Zseby: "Analytic Study of Features for the Detection of Covert Timing Channels in Network Traffic"; Journal of Cyber Security and Mobility, 6 (2017), 3; S. 225 - 270.

F. Iglesias Vazquez, T. Zseby: "Pattern Discovery in Internet Background Radiation"; IEEE Transactions on Big Data, PP (2017), 99; S. 1 - 14.

Z. Martinasek, F. Iglesias Vazquez, L. Malina, J. Martinasek: "Crucial pitfall of DPA Contest V4.2 Implementation"; Security And Communication Networks, 9 (2017), 18; S. 6094 - 6110.

C. Mecklenbräuker, P. Gerstoft, E. Zöchmann: "c-LASSO and its Dual for Sparse Signal Estimation from Array Data"; Signal Processing, 130 (2017), S. 204 - 216.

F. Meyer, P. Braca, P. Willett, F. Hlawatsch: "A scalable algorithm for tracking an unknown number of targets using multiple sensors"; IEEE Transactions on Signal Processing, 65 (2017), 13; S. 3478 - 3493.

- M. Müller, M. Taranetz, M. Rupp: "Analyzing Wireless Indoor Communications by Blockage Models"; IEEE Access, 5 (2017), S. 2172 - 2186.
- R. Nissel, M. Rupp: "OFDM and FBMC-OQAM in Doubly-Selective Channels: Calculating the Bit Error Probability"; IEEE Communications Letters, 21 (2017), 6; S. 1297 - 1300.
- R. Nissel, S. Schwarz, M. Rupp: "Filter Bank Multicarrier Modulation Schemes for Future Mobile Communications"; IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 35 (2017), 8; S. 1768 - 1782.
- S. Rizkalla, R. Prestros, C. Mecklenbräuker: "Design and Optimization of Low Cost Booster-based HF RFID Cards"; IEEE Journal of Radio Frequency Identification (RFID), 1 (2017), 2; S. 185 - 194.
- S. Schwarz: "Outage Investigation of Beamforming over Random-Phase Finite-Scatterer MISO Channels"; IEEE Signal Processing Letters, 24 (2017), 7; S. 1029 - 1033.
- S. Schwarz, T. Philosoß, M. Rupp: "Signal Processing Challenges in Cellular Assisted Vehicular Communications"; IEEE Signal Processing Magazine, 34 (2017), 2; S. 47 - 59.
- J. Ullrich, T. Zseby, J. Fabini, E. Weippl: "Network-Based Secret Communication in Clouds: A Survey"; IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19 (2017), 2; S. 1112 - 1144.
- G. Vormayr, T. Zseby, J. Fabini: "Botnet Communication Patterns"; IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19 (2017), 4; S. 2768 - 2796.
- E. Xypolytou, J. Fabini, W. Gawlik, T. Zseby: "The FUSE testbed: establishing a microgrid for smart grid security experiments"; E&I Elektrotechnik und Informationstechnik, online (2017), S. 1 - 6.

KONFERENZBEITRÄGE / CONFERENCE CONTRIBUTIONS

- L. Nagel, S. Pratschner, S. Schwarz, M. Rupp: "Efficient Multi-User MIMO Transmissions in the LTE-A Uplink"; Vortrag: International Workshop on Link- and System Level Simulations, Wien; 01.07.2016; in: "International Workshop on Link- and System Level Simulations", IEEE Xplore, ISBN 978-1-5090-4949-3 (2017), ISBN: 978-1-5090-4949-3.
- P. Eder-Neuhauser: "Kritische Infrastrukturen und Ihre Abhängigkeiten"; Poster: Poster Session presented at Cybersecurityaustria.at, Wien; 20.01.2017.
- M. Lerch: "Affordable Mobile Communications Experiments in High Mobility Scenarios"; Hauptvortrag: Fifth Spanish Workshop on Signal Processing, Information Theory and Communications, Barcelona, Spain (eingeladen); 24.01.2017.
- G. Artner, J. Kowalewski, C. Mecklenbräuker, T. Zwick: "Pattern Reconfigurable Antenna With Four Directions Hidden in the Vehicle Roof"; Vortrag: COST CA15104 IRACON 3rd MC meeting and 3rd technical meeting, Lissabon; 01.02.2017 - 03.02.2017; in: "COST CA15104 IRACON 3rd MC meeting and 3rd technical meeting", (2017), S. 1 - 5.
- T. Berisha, P. Svoboda, S. Ojak, C. Mecklenbräuker: "SegHyPer: Segmentation- and Hypothesis based Network Performance Evaluation for High Speed Train Users"; Vortrag: COST CA15104 IRACON 3rd MC meeting and 3rd technical meeting, Lissabon; 01.02.2017 - 03.02.2017; in: "COST CA15104 IRACON 3rd MC meeting and 3rd technical meeting", (2017), S. 1 - 6.

- T. Blazek, C. Mecklenbräuer: "Gilbert-Elliot Performance Modeling of Vehicular-to-Vehicular Packet Transmissions"; Vortrag: COST CA15104 IRACON 3rd MC meeting and 3rd technical meeting, Lissabon; 01.02.2017 - 03.02.2017; in: "COST CA15104 IRACON 3rd MC meeting and 3rd technical meeting", (2017), S. 1 - 11.
- S. Rizkalla, R. Prestros, C. Mecklenbräuer: "Metallic Coupling Frame-based HF RFID Cards"; Vortrag: COST CA15104 IRACON 3rd MC meeting and 3rd technical meeting, Lissabon; 01.02.2017 - 03.02.2017.
- G. Artner, J. Kowalewski, C. Mecklenbräuer, T. Zwick: "Pattern Reconfigurable Antenna With Four Directions Hidden in the Vehicle Roof"; Poster: International Workshop on Antenna Technology (iWAT), Athen; 01.03.2017 - 03.03.2017; in: "International Workshop on Antenna Technology: Small Antennas, Innovative Structures, and Applications (iWAT)", (2017), 4 S.
- T. Zseby: "Using Measurement Data in Network Security Education"; Vortrag: Workshop on Active Internet Measurements, San Diego, USA (eingeladen); 01.03.2017 - 03.03.2017.
- G. Babazadeh Eslamlou, A. Jung, N. Görtz: "Smooth graph signal recovery via efficient Laplacian solvers"; Vortrag: IEEE Int. Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), New Orleans, Usa; 05.03.2017 - 09.03.2017; in: "2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)", IEEE, New Orleans, Usa (2017), ISBN: 978-1-5090-4117-6; S. 5915 - 5919.
- R. Repp, G. Koliander, F. Meyer, F. Hlawatsch: "Local detection and estimation of multiple objects from images with overlapping observation areas"; Poster: IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2017), New Orleans, Louisiana, USA; 05.03.2017 - 09.03.2017; in: "2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)", IEEE (Hrg.); (2017), S. 4641 - 4645.
- T. Dittrich, M. Taranetz, M. Rupp: "An Efficient Method for Avoiding Shadow Fading Maps in System Level Simulations"; Vortrag: 21st International ITG Workshop on Smart Antennas (WSA 2017), Berlin; 15.03.2017 - 17.03.2017; in: "WSA 2017", VDE Verlag GmbH, Berlin ; Offenbach (2017), ISBN: 978-3-8007-4394-0; 8 S.
- B. Ramos Elbal, F. Ademaj, S. Schwarz, M. Rupp: "Evaluating the throughput performance at 2 GHz and 3.5 GHz in a massive MIMO system"; Poster: 21st International ITG Workshop on Smart Antennas (WSA 2017), Berlin; 15.03.2017 - 17.03.2017; in: "WSA 2017 : 21st International ITG Workshop on Smart Antennas", IEEE (Hrg.); VDE Verlag, Berlin ; Offenbach (2017), ISBN: 978-3-8007-4394-0; S. 1 - 6.
- G. Artner, R. Langwieser, C. Mecklenbräuer: "Carbon Fiber Reinforced Polymer as Antenna Ground Plane Material Up to 10GHz"; Vortrag: European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP) 2017, Paris, France; 19.03.2017 - 24.03.2017; in: "11th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)", (2017), 5 S.
- S. Paudel, P. Smith, T. Zseby: "Attack Models for Advanced Persistent Threats in Smart Grid Wide Area Monitoring"; Vortrag: 2nd Workshop on Cyber-Physical Security and Resilience in Smart Grids, Pittsburgh, USA; 21.04.2017; in: "2nd Workshop on Cyber-Physical Security and Resilience in Smart Grids", (2017), S. 1 - 6.
- B. Tahir, M. Rupp: "New Construction and Performance Analysis of Polar Codes over AWGN Channels"; Vortrag: 24th International Conference on Telecommunications (ICT 2017), Limassol, Cyprus; 03.05.2017 - 05.05.2017; in: "Proceedings of the 24th International Conference on Telecommunications (ICT 2017)", IEEE Xplore, (2017), ISBN: 978-1-5386-0643-8.

B. Tahir, S. Schwarz, M. Rupp: "BER Comparison Between Convolutional, Turbo, LDPC, and Polar Codes"; Vortrag: 24th International Conference on Telecommunications (ICT 2017), Limassol, Cyprus; 03.05.2017 - 05.05.2017; in: "Proceedings of the 24th International Conference on Telecommunications (ICT 2017)", IEEE Xplore, (2017), ISBN: 978-1-5386-0643-8.

S. Rizkalla, R. Prestros, C. Mecklenbräuker: "De-embedding Transformer-based Method for Characterizing the Chip of HF RFID Cards"; Poster: IEEE Wireless Power Transfer Conference (WPTC 2017), Taipei, Taiwan; 10.05.2017 - 12.05.2017; in: "IEEE Wireless Power Transfer Conference", (2017), S. 1 - 4.

M. Lerch, E. Zöchmann, S. Caban, M. Rupp: "Noise Bounds in Multicarrier mmWave Doppler Measurements"; Vortrag: European Wireless 2017, Dresden, Germany; 17.05.2017 - 19.05.2017; in: "European Wireless 2017", (2017), ISBN: 978-3-8007-4426-8; S. 369 - 374.

E. Zöchmann, R. Langwieser, S. Caban, M. Lerch, S. Pratschner, R. Nissel, C. Mecklenbräuker, M. Rupp: "A Millimeter Wave Testbed for Repeatable High Velocity Measurements"; Vortrag: European Wireless 2017, Dresden, Germany; 17.05.2017 - 19.05.2017; in: "European Wireless 2017", (2017), ISBN: 978-3-8007-4426-8; S. 358 - 362.

T. Berisha, P. Svoboda, S. Ojak, C. Mecklenbräuker: "SegHyPer: Segmentation- and Hypothesis based Network Performance Evaluation for High Speed Train Users"; Poster: IEEE International Conference on Communications (ICC 2017), Paris, France; 21.05.2017 - 25.05.2017; in: "IEEE International Conference on Communications", IEEE Xplore, Paris, France (2017), ISBN: 978-1-4673-8999-0; S. 1 - 6.

S. Pratschner, S. Schwarz, M. Rupp: "Single-User and Multi-User MIMO Channel Estimation for LTE-Advanced Uplink"; Vortrag: IEEE International Conference on Communications (ICC 2017), Paris, France; 21.05.2017 - 25.05.2017; in: "International Conference on Communications (ICC 2017)", IEEE (Hrg.); (2017), ISSN: 1938-1883; S. 1 - 6.

M. Rindler, P. Svoboda, M. Rupp: "FLARP, Fast Lightweight Available Rate Probing: Benchmarking Mobile Broadband Networks"; Vortrag: IEEE International Conference on Communications (ICC 2017), Paris; 21.05.2017 - 25.05.2017; in: "Communications (ICC), 2017 IEEE International Conference on", (2017), ISBN: 978-1-4673-8999-0; S. 1 - 7.

M. Wolkerstorfer, C. Mecklenbräuker: "Variational Inequality Approach to Spectrum Balancing in Vectoring xDSL Networks"; Vortrag: IEEE International Conference on Communications (ICC 2017), Paris, France; 21.05.2017 - 25.05.2017; in: "IEEE International Conference on Communications", IEEE (Hrg.); (2017), 7 S.

T. Berisha, G. Artner, B. Krasniqi, B. Duriqi, M. Mucaj, S. Berisha, P. Svoboda, C. Mecklenbräuker: "Measurement and Analysis of LTE Coverage for Vehicular Use Cases in Live Networks"; Vortrag: COST CA15104 IRACON 4th MC meeting and 4th technical meeting, Lund; 29.05.2017 - 31.05.2017; in: "COST CA15104 IRACON 4th MC meeting and 4th technical meeting", (2017), S. 1 - 4.

T. Blazek, C. Mecklenbräuker, G. Ghiaasi, D. Smely, M. Ashury: "Vehicular Channel Models: A System Level Performance Analysis of Tapped Delay Line Models"; Vortrag: 2017 15th International Conference on ITS Telecommunications (ITST) (ITST 2017), Warsaw, Poland; 29.05.2017 - 31.05.2017; in: "Proceedings of the 2017 15th International Conference on ITS Telecommunications", IEEE (Hrg.); (2017), ISBN: 978-1-5090-5274-5; 8 S.

T. Berisha: "Moving Relay Nodes on-board High Speed Trains in Austria: Is it worth it?"; Poster: Vienna Young Scientists Symposium - VSS 2017, Vienna; 01.06.2017 - 02.06.2017; in: "VSS 2017", Book-of-Abstracts.com, Heinz A. Krebs, Gumpoldskirchen, Austria (2017), ISBN: 978-3-9504017-5-2; S. 102 - 103.

- R. Nissel, E. Zöchmann, M. Lerch, S. Caban, M. Rupp: "Low-Latency MISO FBMC-OQAM: It Works for Millimeter Waves!"; Poster: IEEE International Microwave Symposium (IMS 2017), Honolulu, Hawaii; 04.06.2017 - 09.06.2017; in: "IEEE International Microwave Symposium (IMS 2017)", (2017), ISBN: 978-1-5090-6360-4; S. 673 - 676.
- R. Nissel, E. Zöchmann, M. Rupp: "On the Influence of Doubly-Selectivity in Pilot-Aided Channel Estimation for FBMC-OQAM"; Vortrag: IEEE Vehicular Technology Conference (VTC 2017-Spring), Sydney, Australia; 04.06.2017 - 07.06.2017; in: "IEEE Vehicular Technology Conference (VTC 2017-Spring)", (2017), S. 1 - 5.
- G. Babazadeh Eslamlou, N. Görtz: "Binary Graph-Signal Recovery from Noisy Samples"; Poster: Signal Processing with Adaptive Sparse Structured Representations (SPARS 2017), Lisbon; 05.06.2017 - 08.06.2017.
- C. Krieg, C. Wolf, A. Jantsch, T. Zseby: "Toggle MUX: How X-optimism can lead to malicious hardware"; Vortrag: Design Automation Conference (DAC), Austin; 18.06.2017 - 22.06.2017; in: "Proceedings of the Design Automation Conference (DAC)", ACM, (2017), ISBN: 978-1-4503-4927-7; Paper-Nr. 7, 6 S.
- E. Xypolytou, M. Meisel, T. Sauter: "Short-term Electricity Consumption Forecast with Artificial Neural Networks - A Case Study of Office Buildings"; Vortrag: 12th IEEE PES PowerTech Conference, Manchester, UK; 18.06.2017 - 22.06.2017; in: "PowerTech Manchester 2017", IEEE (Hrg.); IEEE, (2017), S. 1 - 6.
- V. Raida, M. Rindler, P. Svoboda, M. Rupp: "Fair Benchmarking and Root Cause Analysis in Mobile Networks"; Poster: 7th TMA PhD School on Traffic Monitoring and Analysis, Dublin, Ireland; 19.06.2017 - 20.06.2017.
- G. Pichler, P. Piantanida, G. Matz: "A Multiple Description CEO Problem with Log-Loss Distortion"; Vortrag: IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT), Aachen, Deutschland; 25.06.2017 - 30.06.2017; in: "Proc. 2017 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT)", IEEE (Hrg.); (2017), ISSN: 2157-8117; S. 111 - 115.
- M. Fereydooni, G. Babazadeh Eslamlou, M. Rupp: "Performance Evaluation and Resource Allocation in HetNets Under Joint Offloading and Frequency Reuse"; Poster: IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017), Hokkaido, Japan; 03.07.2017 - 06.07.2017; in: "IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC)", IEEE, Hokkaido, Japan (2017), ISBN: 978-1-5090-3009-5; S. 370 - 374.
- M. Meidlinger, G. Matz: "On irregular LDPC codes with quantized message passing decoding"; Poster: IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017), Hokkaido, Japan; 03.07.2017 - 06.07.2017; in: "IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017)", (2017), ISBN: 978-1-5090-3008-8; S. 731 - 735.
- R. Nissel, J. Blumenstein, M. Rupp: "Block Frequency Spreading: A Method for Low-Complexity MIMO in FBMC-OQAM"; Poster: IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017), Hokkaido, Japan; 03.07.2017 - 06.07.2017; in: "IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017)", (2017), 5 S.
- R. Nissel, M. Rupp, R. Marsalek: "FBMC-OQAM in Doubly-Selective Channels: A New Perspective on MMSE Equalization"; Poster: IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017), Hokkaido, Japan; 03.07.2017 - 06.07.2017; in: "IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017)", (2017), 5 S.

E. Zöchmann, K. Guan, M. Rupp: "Two-Ray Models in mmWave Communications"; Poster: IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017), Sapporo, Japan; 03.07.2017 - 06.07.2017; in: "IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2017)", (2017), S. 1 - 5.

G. Artner, R. Langwieser, C. Mecklenbräuker: "Vehicular Roof Antenna Cavity for Coverage at Low Elevation Angles"; Vortrag: IEEE-APS Intern. Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting, San Diego, California, USA; 09.07.2017 - 14.07.2017; in: "IEEE AP-S Symposium on Antennas and Propagation", (2017), ISBN: 978-1-5386-3284-0; 2 S.

Al Morton, J. Fabini, N. Elkins, M. Ackermann, V. Hegde: "IPv6, IPv4 and Coexistence Updates for IPPM's Active Metric Framework: draft-ietf-ippm-2330-ipv6-01"; Vortrag: IETF 99, Prag; 16.07.2017 - 21.07.2017.

R. Annessi, J. Fabini, T. Zseby: "It's About Time: Securing Broadcast Time Synchronization with Data Origin Authentication"; Vortrag: International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN), Vancouver, Canada; 31.07.2017 - 03.08.2017; in: "2017 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)", IEEE (Hrg.); (2017), S. 1 - 11.

D. Cavaco Ferreira, F. Iglesias Vazquez, G. Vormayr, M. Bachl, T. Zseby: "A Meta-Analysis Approach for Feature Selection in Network Traffic Research"; Vortrag: Acm Sigcomm 2017, Los Angeles, CA, USA; 21.08.2017 - 25.08.2017; in: "Proceedings of the Reproducibility Workshop (Reproducibility'17, ACM SIGCOMM)", (2017), S. 1 - 4.

L. Marijanovic, S. Schwarz, M. Rupp: "Intercarrier Interference of Multiple Access UPMC with Flexible Subcarrier Spacings"; Poster: 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO) 2017, Kos, Greece; 28.08.2017 - 02.09.2017; in: "Proceedings of the 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)", (2017), ISBN: 978-0-9928626-8-8; S. 918 - 922.

S. Pratschner, S. Caban, S. Schwarz, M. Rupp: "A Mutual Coupling Model for Massive MIMO Applied to the 3GPP 3D Channel Model"; Vortrag: 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO) 2017, Kos, Greece; 28.08.2017 - 02.09.2017; in: "Proceedings of the 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)", (2017), ISBN: 978-0-9928626-8-8; S. 653 - 657.

L. Ribeiro, S. Schwarz, M. Rupp, A. Almeida, J. Mota: "A Low-Complexity Equalizer for Massive MIMO Systems Based on Array Separability"; Vortrag: 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO) 2017, Kos, Greece; 28.08.2017 - 02.09.2017; in: "Proceedings of the 25th European Signal Processing Conference", (2017), ISBN: 978-0-9928626-8-8; 5 S.

D. Statovci, M. Wolkerstorfer, S. Drakulic: "Prequalification of VDSL2 Customers for G.fast Services"; Vortrag: 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO) 2017, Kos, Greece; 28.08.2017 - 02.09.2017; in: "25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)", (2017), ISBN: 978-0-9928626-7-1; S. 2244 - 2248.

F. Iglesias Vazquez, V. Bernhardt, R. Annessi, T. Zseby: "Decision Tree Rule Induction for Detecting Covert Timing Channels in TCP/IP Traffic"; Vortrag: CD-MAKE 2017: IFIP Cross Domain Conference for Machine Learning & Knowledge Extraction, Reggio di Calabria, Italy; 29.08.2017 - 01.09.2017; in: "Proceedings of the Machine Learning and Knowledge Extraction: First IFIP TC 5, WG 8.4, 8.9, 12.9 International Cross-Domain Conference", (2017), S. 1 - 19.

F. Iglesias Vazquez, T. Zseby: "Are Network Covert Timing Channels Statistical Anomalies?"; Vortrag: ARES Conference 2017, Reggio Calabria, Italy; 29.08.2017 - 01.09.2017; in: "Proceedings of the 12th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'17)", (2017), S. 1 - 9.

G. Artner, C. Mecklenbräuer: "Exchangeable Bases for Rapid Prototyping of Carbon Fiber Reinforced Polymer Antenna Cavities"; Vortrag: 2017 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC), Verona, Italy (eingeladen); 11.09.2017 - 15.09.2017; in: "2017 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC)", (2017), 4 S.

T. Berisha, G. Artner, B. Krasniqi, B. Duriqi, M. Mucaj, S. Berisha, P. Svoboda, C. Mecklenbräuer: "Measurement and Analysis of LTE Coverage for Vehicular Use Cases in Live Networks"; Vortrag: 2017 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC), Verona, Italy (eingeladen); 11.09.2017 - 15.09.2017; in: "Proceedings of the 2017 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC)", IEEE Xplore, (2017), S. 260 - 263.

T. Blazek, M. Gasser, C. Mecklenbräuer: "Modeling Vehicle Distributions at Urban Intersections using the Information Bottleneck"; Vortrag: Dependable Wireless Communications and Localization for the IoT, Graz; 12.09.2017; in: "Dependable Wireless Communications and Localization for the IoT", (2017), 3 S.

S. Rizkalla, R. Prestros, C. Mecklenbräuer: "Bode-Fano-based Approach for Analyzing Capabilities of Low Cost HF RFID Card Designs"; Vortrag: COST CA15104 IRACON 5th MC meeting and 5th technical meeting, Graz; 12.09.2017 - 14.09.2017.

S. Rizkalla, R. Prestros, C. Mecklenbräuer: "Characterizing Chip's Behavior of HF RFID Cards during Load Modulation"; Vortrag: IEEE RFID - Technology and Applications Conference, Warsaw, Poland; 20.09.2017 - 22.09.2017; in: "IEEE RFID - Technology and Applications Conference", (2017), S. 175 - 179.

F. Ademaj, M. Müller, S. Schwarz, M. Rupp: "Modeling of Spatially Correlated Geometry-Based Stochastic Channels"; Vortrag: IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall), Kanada; 24.09.2017 - 27.09.2017; in: "IEEE 86th Vehicular Technology Conference VTC-Fall 2017", IEEE, Toronto (2017), S. 1 - 6.

G. Artner: "The Communicative Vehicle: Multiple Antennas in a Chassis Antenna Cavity"; Poster: IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall), Toronto; 24.09.2017 - 27.09.2017; in: "IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall)", (2017), S. 1 - 5.

T. Berisha, P. Svoboda, S. Ojak, C. Mecklenbräuer: "Benchmarking In-Train Coverage Measurements of Mobile Cellular Users"; Vortrag: IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall), Toronto; 24.09.2017 - 27.09.2017; in: "IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall)", IEEE Xplore, (2017), ISBN: 978-1-5090-5935-5; S. 1 - 5.

M. Lerch, P. Svoboda, S. Ojak, M. Rupp, C. Mecklenbräuer: "Distributed Measurements of the Penetration Loss of Railroad Cars"; Poster: IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall), Toronto, Canada; 24.09.2017 - 27.09.2017; in: "IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall)", (2017).

M. Rindler, S. Caban, M. Lerch, P. Svoboda, M. Rupp: "Swift Indoor Benchmarking Methodology for Mobile Broadband Networks"; Vortrag: IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall), Toronto; 24.09.2017 - 27.09.2017; in: "IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall)", (2017).

I. Safiulin, S. Schwarz, M. Rupp: "Multicast Beamforming Capabilities of LTE MBSFN for V2X Communications"; Vortrag: IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), Toronto; 24.09.2017 - 27.09.2017; in: "Proceedings of the 86th IEEE Vehicular Technology Conference: VTC2017-Fall", (2017), S. 1 - 5.

- S. Schwarz: "Outage-Based Multi-User Admission Control for Random-Phase Finite-Scatterer MISO Channels"; Vortrag: IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), Toronto; 24.09.2017 - 27.09.2017; in: "Proceedings of the 86th IEEE Vehicular Technology Conference: VTC2017-Fall", (2017), S. 1 - 5.
- E. Zöchmann, M. Lerch, S. Pratschner, R. Nissel, S. Caban, M. Rupp: "Associating Spatial Information to Directional Millimeter Wave Channel Measurements"; Poster: IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall), Toronto; 24.09.2017 - 27.09.2017; in: "IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC2017-Fall)", (2017), S. 1 - 5.
- T. Blazek, C. Backfrieder, C. Mecklenbräuker, G. Ostermayer: "Improving Communication Reliability in Intelligent Transport Systems Through Cooperative Driving"; Vortrag: 10th IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC), Valencia; 25.09.2017 - 27.09.2017; in: "10th IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC)", IEEE (Hrg.); (2017), ISBN: 978-1-5386-1741-0; 6 S.
- E. Xypolytou, T. Zseby, J. Fabini, W. Gawlik: "Detection and Mitigation of Cascading Failures in Interconnected Power Systems"; Vortrag: IEEE International Conference on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), Torino, Italy; 26.09.2017 - 29.09.2017; in: "ISGT Europe 2017", IEEE (Hrg.); (2017), ISBN: 978-1-5386-1953-7; S. 1 - 6.
- P. Eder-Neuhauser, T. Zseby: "The Art of Defending Critical Infrastructures"; Vortrag: 2017 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe), Turin; 28.09.2017; in: "ISGT-Europe, IEEE Conference", (2017), ISBN: 978-1-5386-1953-7; S. 1 - 6.
- S. Rizkalla, R. Prestros, C. Mecklenbräuker: "Metallic Inductive Coupling Frame-based HF RFID Cards"; Vortrag: 5th Workshop of the Radio Frequency Engineering Working Group of the Austrian Research Association (ARGE-HFT), Vienna; 28.09.2017 - 29.09.2017.
- T. Zseby: "Smarter than the Grid: Malware Communication Trends"; Vortrag: ComForEn - Symposium Communications for Energy Systems, 8967 Haus/Ennstal, Steiermark, Österreich (eingeladen); 05.10.2017 - 06.10.2017; in: "ComForEn 2017 - 8. Fachtagung - Communications for Energy Systems", OVE, Austrian Electrotechnical Association, OVE-Schriftenreihe Nr. 88 (2017), ISBN: 978-3-85133-094-6; S. 71.
- T. Blazek, C. Mecklenbräuker: "Sparse Time-Variant Impulse Response Estimation for Vehicular Channels Using the c-LASSO"; Vortrag: 2017 IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, Montreal, Canada; 08.10.2017 - 12.10.2017; in: "2017 IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications", IEEE (Hrg.); (2017), ISBN: 978-1-5386-3529-2; 5 S.
- J. Blumenstein, R. Marsalek, T. Gotthans, R. Nissel, M. Rupp: "On Mutual Information of Measured 60 GHz Wideband Indoor MIMO Channels: Time Domain Singular Values"; Vortrag: IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), Montreal, QC, Canada; 08.10.2017 - 13.10.2017; in: "IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC)", (2017), 5 S.
- S. Homayouni, V. Raida, P. Svoboda, M. Rupp: "The Impact of Duration and Settings of TCP Measurements on Available Bandwidth Estimation in Mobile Networks"; Vortrag: IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), Montreal, QC, Canada; 08.10.2017 - 13.10.2017; in: "Proceeding of the 28th Annual IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (IEEE PIMRC 2017)", Canada (2017), 5 S.

J. Fabini, E. Xypolytou, T. Zseby, W. Gawlik, M. Schrödl: "The FUSE Microgrid: Academic Research on Critical Infrastructures using the PI System"; Vortrag: OsiSoft EMEA Users Conference 2017, London (eingeladen); 16.10.2017 - 19.10.2017.

A. Hartl, R. Annessi, T. Zseby: "A Subliminal Channel in EdDSA: Information Leakage with High-Speed Signatures"; Vortrag: ACM CCS International Workshop on Managing Insider Security Threats, Dallas, Texas, USA; 30.10.2017 - 03.11.2017; in: "Proceedings of the 2017 International Workshop on Managing Insider Security Threats", ACM, New York, NY, USA (2017), ISBN: 978-1-4503-5177-5; S. 67 - 78.

T. Berisha, C. Mecklenbräuker: "2D LOS/NLOS Urban Maps and LTE MIMO Performance Evaluation for Vehicular Use Cases"; Vortrag: 2017 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC), Turin, Italy; 27.11.2017 - 30.11.2017; in: "2017 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC)", IEEE Xplore, (2017), ISSN: 2157-9865; S. 291 - 294.

R. Annessi, T. Zseby, J. Fabini: "A new Direction for Research on Data Origin Authentication in Group Communication"; Vortrag: International Conference on Cryptology and Network Security, Hong Kong; 30.11.2017 - 02.12.2017; in: "16th International Conference on Cryptology and Network Security", Springer, (2017), 10 S.

S. Farthofer, G. Matz: "Finite-Blocklength Linear Superposition Coding for the Gaussian MAC with Quantized Feedback"; Vortrag: International Conference on Signal Processing and Communication Systems, Goldcoast, Australia; 13.12.2017 - 15.12.2017; in: "11th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS 2017)", (2017).

G. Artner, J. Kowalewski, C. Mecklenbräuker, T. Zwick: "Automotive Pattern Reconfigurable Antennas Concealed in a Chassis Cavity"; Vortrag: International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC), Yogyakarta, Indonesia; 17.12.2017 - 20.12.2017; in: "Proceedings of the 20th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications", (2017), 6 S.

M. Wolkerstorfer, D. Statovci: "Experimental Demonstration of Autonomous Spectrum Balancing in G.fast"; Vortrag: IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT), Bilbao, Spain; 18.12.2017 - 20.12.2017; in: "2017 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT)", (2017), S. 1 - 5.

BEITRÄGE IN TAGUNGSBÄNDEN / CONTRIBUTIONS TO CONFERENCE PROCEEDINGS

N. Görtz: "Sampled Graph-Signals: Iterative Recovery with an Analytic Error Bound"; in: "IEEE International Symposium on Information Theory", herausgegeben von: IEEE; IEEE Conference Proceedings, 2017, S. 1485 - 1489.

N. Görtz, G. Hannak: "Fast Bayesian Signal Recovery in Compressed Sensing with Partially Unknown Discrete Prior"; in: "Proceedings 21th International ITG Workshop on Smart Antennas (WSA) 2017", VDE Verlag GmbH, 2017, ISBN: 978-3-8007-4394-0, Paper-Nr. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7955980/>, 8 S.

WISSENSCHAFTLICHE BERICHTE / SCIENTIFIC REPORTS

G. Heinrich, S. Schwarz: "Implementation of GFDM scheme for high mobility scenario on 5G simulator and parameter optimization"; Bericht für Universitat Politècnica de Catalunya; 2017; 54S.

S. Schwarz: "Evaluation Report - Two-Years Evaluation, Dependable Wireless Connectivity for the Society in Motion"; Bericht für Christian Doppler Forschungsgesellschaft; 2017; 159 S.

PATENTE / PATENTS

S. Rizkalla, C. Mecklenbräuer, R. Prestos: Proximity integrated circuit card and method"; Patent: Europe, Nr. EP3193282(A1); eingereicht: 12.01.2016, erteilt: 19.07.2017.