

## Liebe ITG-Mitglieder,

so stark strapaziert das Schlagwort „Digitalisierung“ auch sein mag, der Transformationsprozess von Gesellschaft und Industrie, den es beschreibt, nimmt unermüdlich an Fahrt auf.

Die 24. ITG-Fachtagung Mobilkommunikation stand dieses Jahr unter dem Motto „5G für vertikale Industrien“. Sie gibt einen guten Überblick, wie eine der Grundlagen der Digitalisierung, die Vernetzung, mittels 5G in wichtigen Anwendungsfeldern realisiert werden kann. Die Bedeutung einer sicheren und resilienten Vernetzung für das wichtige Thema Energieversorgung wird in dem Beitrag über den gemeinsamen Workshop von ETG und ITG sichtbar. Für die Umweltdatenerhebung ist neben der Sensorik ebenfalls die Vernetzung von großer Bedeutung. Auch hierzu finden Sie in dieser Ausgabe einen

Der Transformationsprozess von Gesellschaft und Industrie nimmt unermüdlich an Fahrt auf.

interessanten Beitrag. Wenn Daten gesammelt und übertragen wurden, stellen sie noch keinen Mehrwert an sich dar. Erst ihre Nutzung gibt Sensorik und Vernetzung einen Sinn. Die Möglichkeit, selbstbestimmt über „seine“ Daten verfügen zu können, ist von zentraler Bedeutung. Eine Möglichkeit, wie diese Datensouveränität in einem industriellen Ökosystem realisiert werden kann, wird in diesen ITG-news ebenfalls beschrieben.

An dieser Stelle möchte ich Sie auf die in diesem Jahr zum ersten Mal stattfindende 5G CMM EXPO in Hannover aufmerksam machen. Mit ihr wird eine Messe und ein Schaufenster für Digitalisierungslösungen geschaffen, die sicher auch für viele ITG-Mitglieder von Interesse sein wird.

Veranstaltungen, wie die Summer School in Konstanz und die Schülerinnen-Projekttag in Darmstadt,



führen hoffentlich dazu, junge Leute für unsere Arbeit zu begeistern. Bitte mehr davon.

**PROF. DR.-ING. HANS D. SCHOTTEN**  
ITG-Vorsitzender

### ANKÜNDIGUNG

## VDE Tec Summit 2020 & ITG-Mitgliederversammlung

Der VDE Tec Summit, der Kongress rund um die Anwendungsfelder Industry, Energy, Mobility, Future Technologies und Cybersecurity, findet vom 26. bis 27. Februar 2020 in der Arena in Berlin statt. Die Teilnehmer erhalten in 28 Sessions, drei Plenen, verschiedenen interaktiven Formaten

und einer begleitenden Fachausstellung einen branchenübergreifenden Anwendungsbezug. Dort wird auch die ordentliche Mitgliederversammlung der ITG stattfinden. Alle ITG-Mitglieder werden dazu von der Geschäftsführung vorab informiert.  
// [tecsummit.vde.com](http://tecsummit.vde.com)

### Inhalt

Meldungen	02
Thema	
Internet of Things	10
ITG-Preise 2020	15
Termine	16

## 24. ITG-FACHTAGUNG MOBILKOMMUNIKATION 2019

## 5G für vertikale Industrien

Am 15. und 16. Mai 2019 fand die 24. ITG-Fachtagung Mobilkommunikation an der Hochschule Osnabrück statt. Den Schwerpunkt der Tagung bildete das Thema „5G für vertikale Industrien“.

Das Schwerpunktthema der Tagung wurde in drei Keynotes aus der Industrie adressiert und in acht Sitzungen diskutiert. Die Sitzungen widmeten sich den Themen Evolution der Funknetze, deren Leistungsbewertung, Funknetze für Industrie 4.0, Netzsicherheit, Fahrzeugkommunikation und drahtlose Sensornetzwerke. Etwa 60 Teilnehmer aus Industrie, Hochschulen und Forschungsinstituten besuchten die Tagung.

Die fünfte Mobilfunkgeneration, kurz 5G, verspricht optimierte Performanz für unterschiedliche Industrien. Sie hat das Potenzial, zukunftsweisende Anwendungen für Industrie 4.0, autonomes Fahren, Gesundheitswesen, digitale Landwirtschaft, Smart Grids und Smart Cities zu ermöglichen. Aus technischer Sicht stellt 5G einen Baukasten bereit, um Funktionen so zu kombinieren, dass

Menschen, Dinge und Prozesse möglichst optimal drahtlos miteinander vernetzt werden. Im Gegensatz zu 4G ist es kein gleichförmiges Netz, sondern ermöglicht parallele anwendungsspezifische Konfigurationen. Es stellt sich jedoch die Frage, wie Anwender die spezifischen Funktionen, wie ultra-schnelles mobiles Breitband (eMBB), Maschinenkommunikation (mMTC) oder hoch zuverlässige, verzögerungsarme Kommunikation (URLLC), effizient nutzen können. Auf der Tagung wurden neue Ansätze diskutiert, wie die hohen Anforderungen, nicht nur bezüglich Durchsatz, Latenz und Zuverlässigkeit, sondern auch im Hinblick auf einfache Konfiguration und Nutzung durch die Anwender erfüllt werden können.

Die Fachtagung gliederte sich in acht Sitzungen, in denen 27 Referenten über aktuelle Themengebiete der Mobilkommunikation informierten. Die Tagung wurde fachlich mit einer Keynote von Dr. Bayer (Deutsche Telekom) über Network Slicing für die Anwendungsfälle der vertikalen Industrien eröffnet. Die Reihenfolge der folgenden acht Sitzungen orientierte sich am OSI-Modell. In der ersten Sitzung präsentierte ein Forschungsprojekt, wie mittels THz Beam Tracking hohe Datenraten für Indoor-Virtual-Reality-Anwendungen realisiert werden können. Weitere Vorträge zeigten Optimierungen für LTE-Handover und Indoor-Funkversorgung mittels Multi-mode Small Cells. In der anschließenden

Sitzung stand die Leistungsmessung von Funknetzen im Fokus. So ermöglicht eine auf Messungen basierte Software Defined Channel Emulation sehr gezielte Untersuchungen. Weitere Fragestellungen waren, wie die Internet-Durchsätze bei Zugriff über WiFi gemessen werden können und wie der zunehmende WhatsApp-Verkehr zu modellieren ist. Die beiden folgenden Sitzungen diskutierten Lösungen für zuverlässige Industrie-4.0-Funknetze. Die Vorträge zeigten, wie die Verteilung der Signalstärke in einer Fabrik in Echtzeit überwacht werden kann und welches Potenzial geeignete Scheduling-Mechanismen zur Interferenzvermeidung haben. Zudem wurde der Einsatz von Machine Learning zur Objektlokalisierung diskutiert. Mehrere Vorträge untersuchten die funkbasierte Realisierung von Time Sensitive Networking für Echtzeitanwendungen. Es wurden Architekturen diskutiert, die eine funkbasierte dynamische Komposition von Prozessketten für Industrie 4.0 ermöglichen.

Der zweite Tag startete mit einer Keynote von Dr. Marsch (Deutsche Bahn), der über die geplante Einführung des Future Rail Mobile Communication System referierte. In einer weiteren Keynote beschrieb Dr. Wübbecke (Claas) die zukünftige Vernetzung der Landmaschinen. Die Fahrzeugkommunikation war auch das Thema von vier weiteren Vorträgen, die die Leistungsfähigkeit von C-V2X untersuchten. Die zunehmende Vernetzung stellt große Herausforderungen an sicherheitstechnische Lösungen. Zwei Sitzungen diskutierten hier neue Ansätze: So kann unter Ausnutzung der nur den Kommunikationspartnern bekannten Kanaleigenschaften eine Physical Layer Security realisiert werden. Zwei weitere Ansätze zeigten, wie mithilfe von Lokalisationsschlüsseln bzw. Distributed-Ledger-Technologien ein Vertrauen (Trust) aufgebaut werden kann. Allerdings werden in der Praxis selbst



Teilnehmer der 24. ITG-Fachtagung Mobilkommunikation

standardisierte Lösungen häufig nicht in Produkten implementiert, wie ein Vortrag zu Bluetooth Low Energy kritisierte. Des Weiteren wurden neue Ansätze zur industriellen Intrusion Detection vorgestellt. Die Tagung endete mit Vorträgen zu selbstorganisierten drahtlosen Sensornetzen, die Nutzung von Straßenlaternen für den Aufbau eines städtischen Sensornetzes und den Einsatz von LoRaWAN in der Landtechnik.

In einer begleitenden Ausstellung präsentierten aktuelle Forschungspro-

jekte ihre Demonstratoren aus dem Bereich Mobilkommunikation und Internet der Dinge. Diese Demos und die interessanten Präsentationen der Tagung regten zahlreiche Fachgespräche an, die sowohl die Fachsitzungen als auch die Kaffeepausen immer viel zu kurz erscheinen ließen. So war es gut, die Gespräche in gemütlicher Runde beim Abendessen fortsetzen zu können, das traditionell in einer Osnabrücker Brauereigaststätte mit Jazzmusik stattfand.

Die Beiträge der ITG-Fachtagung Mobilkommunikation wurden im VDE-Tagungsband und unter IEEE Xplore publiziert. Die Präsentationen können unter [www.mobilkomtagung.de](http://www.mobilkomtagung.de) eingesehen werden. Die nächste, dann 25. ITG-Fachtagung Mobilkommunikation wird am 13. und 14. Mai 2020 in Osnabrück stattfinden.

**PROF. DR.-ING. RALF TÖNJES  
GÜNTER HÜDEPOHL**

Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik  
Hochschule Osnabrück

## VDE-EXPERTENWORKSHOP ZU KRITISCHEN ABHÄNGIGKEITEN ZWISCHEN ENERGIE- UND KOMMUNIKATIONSNETZEN

### Resiliente (?) Netze

*Experten von VDE|ETG und ITG betrachteten in einem gemeinsamen Workshop in Frankfurt/M. mögliche Risiken für die Versorgungssicherheit durch wachsende gegenseitige Abhängigkeiten der Stromversorgungs- und Kommunikationsnetze in Deutschland.*

Im Zuge der Energiewende werden zur Energieversorgung zunehmend erneuerbare Energien eingesetzt, was mit einer umfangreichen Dezentralisierung der Energieerzeugung einhergeht. Gleichzeitig müssen Energieerzeugung, -speicherung und -verbrauch wesentlich stärker und feingranularer gesteuert werden, damit das Gleichgewicht von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch von elektrischer Energie trotz der gegebenen Volatilität der erneuerbaren Energien gewährleistet bleibt. Diese Steuerung ist zwingend auf zuverlässige Kommunikationskanäle, in der Fläche auch über öffentliche Kommunikationsnetze, angewiesen.

Die Entwicklung der öffentlichen TK-Netze in Deutschland ist durch Umstellung auf All-IP-Technologie und kontinuierlichen Ausbau für Breitbanddienste im Fest- und Mobilnetz geprägt. Die Anzahl der Netzknoten im Festnetz und der Funkstationen im Mobilnetz steigt kontinuierlich an, wobei die teilnehmernahen Knoten in der Regel zwingend auf Stromversorgung durch das öffentliche Stromnetz angewiesen sind. Die früher übliche Energie-Autarkie durch Back-up-Batterien und ggf. Notstromgeneratoren ist oft nur noch für zentrale Netzknoten gegeben und die Endgeräte im

Privat- und SME-Sektor haben grundsätzlich keine Batteriespeisung.

Angesichts dieser Entwicklung stellt sich die Frage, wie resilient unsere Netze sind oder ob es nach einem großflächigen und länger anhaltenden Blackout zu einem „Dead Lock“ kommen kann, bei dem die Energieversorgung mangels verfügbarer flächendeckender Datenkommunikation nicht oder nur sehr langsam wieder hochgefahren werden kann.

Im Vorstand von VDE|ETG und ITG wurde deshalb beschlossen, mögliche Risiken für die Versorgungssicherheit in Deutschland zu identifizieren und ggf. Gegenmaßnahmen vorzuschlagen. Am 25. Juni 2019 fand dazu in Frankfurt/M. ein Expertenworkshop statt, mit rund 20 Teilnehmern aus der Energie- und Kommunikationsbranche, jeweils von Netzbetreibern, Systemherstellern und Forschungseinrichtungen.

### Entwicklung Energieversorgungsnetze

Energieversorgungsnetze durchlaufen einen massiven Paradigmenwechsel. Wurden sie vormals mit Blick auf die zentralen Erzeugungsanlagen und den Energietransport bzw. die Energieverteilung zum Endkunden ausgerichtet,

so haben sie heute vielmehr die Aufgabe als „Einsammelnetze“ mit Blick auf die Vielzahl kleiner dezentraler Erzeugungsanlagen, die in die Infrastruktur einzubinden sind. Aufgrund der damaligen Versorgungsaufgabe und den damit verbundenen Anforderungen sind Hoch- und Höchstspannungsnetze sehr gut mit Sensorik und TK ausgestattet, die es erlaubt, im ersten Schritt unmittelbare Transparenz über den Lastfluss in den Netzebenen zu bekommen und damit auch entsprechend den optimalen Lastfluss sicherstellen zu können. Dies ist in den Mittelspannungs-, aber besonders den Niederspannungsnetzen, nicht flächendeckend der Fall. Besonders in diesen Netzebenen findet die Energiewende mit der Vielzahl an dezentralen Erzeugungsanlagen, Speichern und aktiven Verbrauchern statt. Im ersten Schritt ist es also notwendig, die Sichtbarkeit der Mittelspannungs-, im nächsten Schritt der Niederspannungsebene herzustellen. Hierzu bedarf es neben der Sensorik auch Telekommunikationsverbindungen und -netze, die die Sensoren anbinden und verknüpfen, um schon in der Mittel- und Niederspannungsebene für einen optimalen Lastfluss und damit eine optimale Ausnutzung bestehender Infrastrukturen, beispiels-

weise durch Verknüpfung lokaler Erzeugung mit lokalen Speichern und Verbrauchern, sicherstellen zu können.

Damit einher gehen Anforderungen an die Informations- und Kommunikationstechnik (IKT). Neben einer hohen Verfügbarkeit und Latenzzeit ist die Schwarzfallfestigkeit der IKT ein wesentlicher Aspekt für deren Nutzung im Zusammenhang mit kritischen Infrastrukturen. Die Anforderung ist, dass im Fall eines flächendeckenden Stromausfalls mithilfe der IKT auf den unteren Spannungsebenen ein gestaffeltes Hochfahren der Netze möglich ist. Hierzu muss allerdings in einem solchen Fall die dafür notwendige IKT einsatzbereit sein und sich nicht ausschließlich auf die Energieversorgungsnetze stützen.

Schon heute ist dies ein sehr wichtiger Aspekt im Zusammenhang mit der Netzführung von Verteilungsnetzen. In Zukunft wird dies mit steigender Komplexität insbesondere in den unteren Spannungsebenen noch wichtiger werden. In diesem Punkt waren alle Teilnehmer des Workshops gleicher Meinung. Der Austausch über die unterschiedlichen Anforderungen der Energie- und der TK-Netze führte sehr schnell zu einem gemeinsamen Verständnis, auf dem dann im Verlauf des Workshops aufgebaut wurde und immer zielgenauer mögliche Szenarien und auch Lösungsmöglichkeiten andiskutiert wurden.

## Entwicklung Kommunikationsnetze

Die Kommunikationsnetze in Deutschland werden konsequent zu breitbandigen All-IP-Netzen ausgebaut. Mit dieser Umstellung ist das Abschalten der früher üblichen Vermittlungsstellen verbunden, die mit leistungsstarken batteriegepufferten Stromversorgungssystemen ausgerüstet waren und zugleich die angeschlossenen Endgeräte mit Betriebsspannung versorgten. Dies bedeutet, dass die Kommunikationsendgeräte (z.B. Modems) eine eigene Stromversorgung haben müssen, eigene Back-up-Batterien benötigen – sofern sie auch bei Ausfall der Netzspannung funktionieren sollen. Damit die Endkunden mit breitbandigen Diensten versorgt werden können,

müssen sowohl im Fest- wie im Mobilnetz die Anschlussnetzknotten (z.B. für DSL, Kabel, Glasfaser) und Basisstationen (z.B. LTE und 5G) dicht an die Teilnehmer herangebracht werden, was mit einer entsprechend steigenden Anzahl dieser Knoten einhergeht. Ein großer Teil dieser Netzknotten ist nicht mehr mit eigener Ersatz-Stromversorgung ausgestattet, was bei einem Stromausfall bedeutet, dass für die angeschlossenen Teilnehmer auch die Kommunikationsverbindung ausfällt. Zentrale Netzknotten und Rechenzentren in Kommunikationsnetzen hingegen verfügen nach wie vor über Notstromversorgungssysteme. Dies gilt auch für die Knoten im Anschlussnetz, an denen z.B. große kommerzielle Anwender angeschlossen sind, und für große Mobilfunk-Basisstationen. Allerdings liegen die typischen Back-up-Zeiten erheblich niedriger, als dies in der Energiebranche üblich ist.

Insgesamt ergibt sich folgendes Bild:

- Große Netzknotten/Rechenzentren weisen eine hohe Resilienz auf (Stromversorgung, Zugangssicherung, Leitungsanbindung, ...).
- Mittlere Netzknotten verfügen i. d. R. über Batterie-Back-up, aber nur für wenige Stunden.
- Access-Knoten haben kein oder nur ein kurzes Back-up (z.B. 20 min) ihrer Stromversorgung.
- Modems und Endgeräte beim Endteilnehmer sind i. d. R. ohne jedes Batterie-Back-up (abgesehen von den Akkus in Mobilgeräten).

Wenn dies zukünftig nicht ausreichen sollte, wären die gezielte Ausstattung öffentlicher Netze mit Batterie-Back-up, die Nutzung von 450-MHz-Funk als Sondernetz sowie die Anwendung von geeigneter Satellitenkommunikation die Alternativen.

## Ausgewählte Erkenntnisse und weiteres Vorgehen

Aus den Impulsvorträgen und in den anschließenden Diskussionen wurden u. a. die folgenden Punkte herausgearbeitet:

- Bisher gibt es keine systematische Infrastruktur-übergreifende Betrachtung der Systemresilienz (sogar bei integrierten Versorgern/Stadtnetzen

ist das aufgrund verschiedener Faktoren schwierig).

- Eine wirkungsvolle Resilienzbeurteilung erfordert jedoch einen ganzheitlichen Blick auf Strom- und Kommunikationsnetze.
- Kritische Infrastrukturen sind nicht nur Energieversorgung und Telekommunikation.
- Die Resilienz der öffentlichen TK-Netze bzgl. Stromausfällen ist kein technisches Problem, sondern Frage von Planung/Auslegung und Kosten.
- Es gibt einen Zeitverzug zwischen der prinzipiellen Verfügbarkeit von Funktionalitäten lt. Standard (z.B. 3GPP) in den TK-Netzen und ihrer praktischen Nutzbarkeit im Feld, die erst nach entsprechendem Rollout von TK-Netzen gegeben ist.
- Sondernetze mit 450 MHz sind technisch heute realisierbar, Satelliten (LEO) werden es in Kürze sein. Die Wirtschaftlichkeit muss allerdings über mehrere Use Cases (über die Energieversorgung hinaus) erreicht werden.
- In Deutschland gibt es stark divergierende Einsatzbedingungen, Infrastrukturen und Netzbetreiber mit unterschiedlichen Betriebskonzepten. Ein „one size fits all“-Ansatz ist daher nicht zielführend.

Die Teilnehmer des Workshops waren sich darüber einig, dass die eingangs dargestellten Zusammenhänge tatsächlich zu einer wachsenden gegenseitigen Abhängigkeit der Stromversorgungs- und Kommunikationsnetze führen. Da die Kommunikationsnetze in der Fläche vorrangig auf kostengünstige Breitbandversorgung von Privatanwendern hin ausgelegt sind, sind für eine ausreichende Resilienz der künftigen Energieversorgungsnetze weitere Maßnahmen erforderlich. Der VDE wird die Thematik vertieft betrachten, ein weiterer Expertenworkshop ist für den Herbst 2019 geplant.

### DR.-ING. ANDREAS BREUER

Vorstand VDE|ETG  
Vice President New Technologies Projects,  
innogy SE

### SIGURD SCHUSTER

Vorstand VDE|ITG  
Senior Representative Ecosystem Relations  
Nokia Germany

## Austausch für den wissenschaftlichen Nachwuchs

Vom 17. bis 19. Juni 2019 fand die fünfte ITG/VDE Summer School on Video Compression and Processing an der Universität Konstanz statt.

Seit 2015 wird diese Reihe von Summer Schools durch den ITG-Fachausschuss MT 2 „Bildkommunikation und Bildverarbeitung“ organisiert, der von Prof. Dr.-Ing. André Kaup von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) geleitet wird. Ziel der Summer School ist der wissenschaftliche Austausch unter dem wissenschaftlichen Nachwuchs, von engagierten Master-Studierenden bis hin zu Postdocs, auf dem Arbeitsgebiet des Fachausschusses in einer ungezwungenen, weniger formalen Atmosphäre, als dies typischerweise bei großen internationalen Konferenzen der Fall ist. Durch die persönlichen Kontakte und intensiven Diskussionen können die Doktoranden gemeinsame Forschungsinteressen leichter identifizieren und bekommen Anregungen, die anschließend weiterverfolgt werden können. Die vorherigen Summer Schools fanden in Waischenfeld (2015), Köthen (2016), Kerkrade, Niederlande (2017) und Hannover (2018) statt. Die Summer School in Konstanz wurde durch den SFB TRR-161 Quantitative Methods for Visual Computing unterstützt.

Dieses Jahr besuchten 35 Teilnehmer von Universitäten, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und der In-



Bild: Universität Konstanz

Campus der Universität Konstanz

dustrie die Summer School. Die weiteste Anreise hatte eine Doktorandin der Universidad Politécnica de Madrid. Das Tagungsprogramm wurde durch Prof. Dr. Dietmar Saupe (Universität Konstanz), Prof. Dr. Jens-Rainer Ohm (RWTH Aachen) und Prof. Dr.-Ing. André Kaup (FAU) zusammengestellt. 15 Vorträge und neun Poster wurden über drei Tage verteilt vorgestellt und konnten ausgiebig und lebhaft diskutiert werden. Das Themenspektrum umfasste u. a. Bild- und Videocodierung, Verarbeitung von 360-Grad-Videsequenzen, Kamerakalibrierung für Augmented Reality, 3D-Rekonstruktion, Verfahren zur automatischen Qualitätsbeurteilung von Bildern und Videos und Kompression von DNA-Sequenzierungsdaten. Die gesammelten Vortragsfolien und Poster sind online im KOPS, dem Institutional Repository der Universität Konstanz, verfügbar (<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-2-v37lq93m3kp2>).

Ergänzt wurde das wissenschaftliche Programm durch einen spannenden Vortrag von Dr. Christopher Schroers von Disney Research, Zürich, mit dem Titel „Neural Video Processing in Post Production“, in dem den Teilnehmern der Summer School ein Blick auf die Herausforderungen und

Methoden der Bild- und Videoverarbeitung hinter den Kulissen von großen Hollywood-Produktionen geboten wurde. Weiterhin wurden in zwei Laboren der Universität Konstanz der Malroboter e-David (AG Prof. Dr. Oliver Deussen) sowie der Rennradsimulator vom Powerbike Projekt (AG Prof. Dr. Dietmar Saupe) besichtigt. Für den zweiten Abend hatten die Veranstalter für die Summer School ein Ausflugsschiff gechartert, das vom Hafen in Konstanz ablegte und nach einer Rundfahrt auf dem Bodensee die Insel Mainau ansteuerte. Auf der Blumeninsel gab es einen geführten Rundgang und ein abschließendes gemeinsames Bankett.

Die Rückmeldungen durch die Teilnehmer waren wieder überaus positiv und die nächste SVCP ist für den Sommer 2020 an der TU Berlin bereits fest eingeplant. Ab 2020 ist außerdem vorgesehen, für die beste Präsentation einen „Best Paper Award“ zu vergeben.

### PROF. DR.-ING. ANDRÉ KAUP

Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Vorsitzender des ITG-Fachausschusses MT 2 „Bildkommunikation und Bildverarbeitung“



Dr. Christopher Schroers von Disney Research, Zürich, zusammen mit Prof. Dr. Dietmar Saupe, Universität Konstanz



Foto: T. Lenz

Die Schülerinnen sind fleißig und kreativ am Programmieren mit Python

## SCHÜLERINNEN-PROJEKTTAGE 2019 AM FACHBEREICH ETIT/TU DARMSTADT

### Lust auf Technik wecken

Um mehr Frauen für ein Ingenieurstudium zu begeistern, fanden am Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik (etit) der TU Darmstadt bereits zum dritten Mal besondere Projektstage für Schülerinnen statt. In diesem Jahr gab es insgesamt vier verschiedene Workshopgruppen für die Klassen 5 bis 11. Insgesamt nahmen rund 50 Schülerinnen der Darmstädter Eleonorenschule und der Melibokusschule in Alsbach-Hähnlein an den dreitägigen Workshops teil.

Um Schülerinnen für ein ingenieurwissenschaftliches Studium zu begeistern, braucht es langfristige Angebote und dauerhaftes Engagement. Nach dem Erfolg der Projektstage für Schülerinnen in den vergangenen beiden Jahren organisierte das Team der Gleichstellungsbeauftragten am Fachbereich etit in diesem Jahr vier Workshops: für die fünfte und sechste, die siebte und achte, die achte und neunte Jahrgangsstufe sowie ein weiteres Angebot für Zehnt- und Elftklässlerinnen. Finanziell unterstützt wurden die Projektstage bei etit in diesem Jahr vom SFB MAKI sowie von der in Darmstadt ansässigen Firma TE-Connectivity.

„Wir freuen uns jedes Jahr wieder, wie viel Neugierde die Schülerinnen mitbringen und wie sie das Wissen in sich aufsaugen“, so Ann-Kathrin Seifert, Wissenschaftliche Mitarbeiterin

am Fachgebiet Signalverarbeitung und Mitorganisatorin der Projektwoche. Ihre Kollegin Mihaela Damian, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Rechnersysteme, fügt noch an: „Neben der Vermittlung von technischem Grundwissen machen die Projektstage natürlich einfach Spaß – und das soll auch im Vordergrund stehen: Begeisterung für Technik und damit auch vielleicht für ein späteres Elektrotechnik-Studium wecken.“

#### etit-Fachgebiete mit viel Engagement dabei

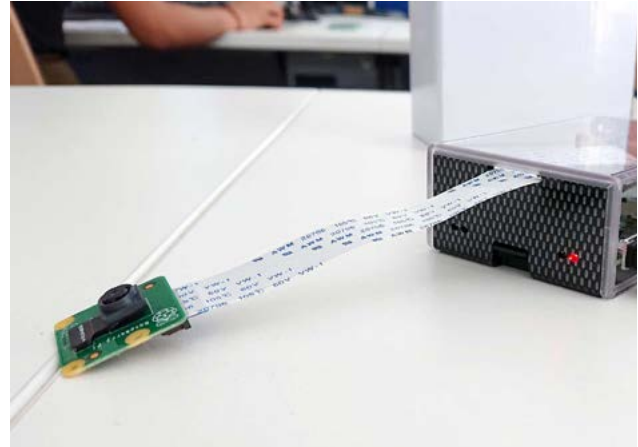
Große Unterstützung bekam das Team der Gleichstellungsbeauftragten auch in diesem Jahr wieder vonseiten der etit-Fachgebiete. Entsprechend der Anzahl der Workshops waren vier Fachgebiete aus unterschiedlichen Bereichen der Elektro- und Informations-

technik beteiligt: Am Fachgebiet Mess- und Sensortechnik von Prof. Mario Kupnik lernten die Jüngsten, wie Ultraschall funktioniert, und konstruierten und programmierten einen eigenen kleinen Roboter, der sich mithilfe von Ultraschallsensoren orientiert.

Die etwas älteren Siebt- und Achtklässlerinnen waren am Fachgebiet Lichttechnik von Prof. Tran Quoc Khanh zu Gast. Nachdem sie sich mit den physikalischen Grundlagen des Lichts vertraut gemacht hatten, ging es an den Aufbau eines Versuchs, mit dem geheime Botschaften per Licht verschickt werden können. In dem vom Fachgebiet Multimedia-Kommunikation von Prof. Ralf Steinmetz angebotenen Workshop für die achte und neunte Klasse drehte sich alles um das Programmieren einer App, mit der Bilder bearbeitet und Live-Videos verschickt werden können.



Mit dem Raspberry Pi geschossenes Foto mit darübergelegtem selbst programmierten Filter



Raspberry Pi mit Kamera

Wie sich gigantische Mengen an Energie über die Luft übertragen lassen, war eine Frage, der im Rahmen des Workshops am Fachgebiet Computational Electromagnetics von Prof. Sebastian Schöps nachgegangen wurde. Am Ende der drei Tage konnten die Teilnehmerinnen eigene kleine Simulationen durchführen, die Ingenieure dazu nutzen, um Vorhersagen bei der Entwicklung moderner Geräte zu entwerfen.

Am letzten Tag kamen alle Gruppen bei einer gemeinsamen Ab-

schlussveranstaltung noch einmal zusammen, um sich über ihre Erlebnisse auszutauschen und sich gegenseitig stolz die erarbeiteten Ergebnisse zu präsentieren.

### Der fotografierende Himbeerkuchen

Im Workshop für die Jahrgangsstufen acht und neun drehte sich alles um Fotos und Videos. Diese wurden von einer zuvor eigens programmierten App aufgenommen. Zum Einsatz ka-

men hierbei winzig kleine Computer, die sogenannten Raspberry Pis – oder eben auf Deutsch Himbeerkuchen. Am Ende der drei Tage konnten die Schülerinnen nicht nur Fotos mit ihrer App bearbeiten, sondern auch kleine Live-Videos streamen.

**ANN-KATHRIN SEIFERT  
SANDRA SIEBERT**

Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik (etit), TU Darmstadt

## 11. INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUALITY OF MULTIMEDIA EXPERIENCE (QOMEX 2019)

### QoE und User Experience in Zeiten von Machine Learning, 5G und immersiven Technologien

Vom 5. bis 7. Juni 2019 fand die von der IEEE und ITG unterstützte „11th International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX 2019)“ in Berlin statt. Im Fokus standen die Integration von Quality of Experience (QoE) und User Experience für Multimedia-Anwendungen und immersive Technologien sowie der Einfluss von Machine Learning und 5G in der QoE-Forschung.

Die QoMEX 2019 wurde vom 5. bis 7. Juni 2019 im Harnack-Haus der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin unter der Leitung von Sebastian Möller (TU Berlin) ausgetragen. Die jährlich stattfindende Konferenz feierte in Berlin ihren 10. Geburtstag seit der ersten Edition im Jahr 2009 in San Diego. Bei ersten Veranstaltungen standen klassische Multimedia-Sprach-, -Bild- und -Videodienste im Vordergrund. Eine der grundlegenden Fragen war, wie die Qualität aus Nutzersicht gemessen und quantifiziert

werden kann, um Dienste und Produkte mit geeigneten Technologien und Verfahren hinsichtlich der QoE zu verbessern.

Antworten auf diese Fragen wurden auch bei der QoMEX 2019 präsentiert und diskutiert, wobei die technischen Weiterentwicklungen und Neuerungen hinsichtlich Video- und Sprachqualität betrachtet wurden. Dabei wurden auch Erweiterungen der Bild- und Videoqualität, etwa durch Kontrastanpassungen und deren subjektiv wahrgenommene Qualität, er-

örtert. In den Fokus rückten interaktive Anwendungen und Spiele, die zum einen neue Untersuchungsmethoden zur subjektiven Erfassung der wahrgenommenen Dienstqualität benötigen, wie gerade auch in der Standardisierung etwa in der ITU diskutiert. Immersive Technologien erlauben hierbei, die Nutzer in virtuelle Realitäten eintauchen zu lassen, in denen die Nutzer illusorischen Stimuli ausgesetzt sind, die jedoch als real empfunden werden. Der Einfluss verschiedener Systemparameter auf die QoE



QoMEX 2019 im Harnack-Haus der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin

und Möglichkeiten, diese zu messen, wurde in den entsprechenden Konferenzbeiträgen adressiert. Auch der Einfluss von Kommunikationsnetzen und von Netzwerkbedingungen zur Übertragung der Daten und Bereitstellung der Dienste wurden dabei in verschiedenen Studien untersucht. Es bleibt festzuhalten, dass bei der QoMEX 2019 neben klassischen Multimediaanwendungen, wie Sprache, Audio und Video, auch weitere Dienste oder darüber hinausgehende Aspekte betrachtet wurden: QoE bei Gaming, in virtuellen Realitäten, etwa bei VR Exergames, in augmentierten Realitäten, etwa bei Smart Shopping, für 360°-Videos und Punktwolken (Point Clouds), Web-QoE beim Browsing im Internet, Text-QoE, Wahrnehmung von medizinischen Ultraschallvideos für Radiologen, QoE von visuell beeinträchtigten Nutzern mit entsprechend adaptierten Videos, QoE in Smart-Home-Umgebungen etc.

Neben dieser anwendungsorientierten Sichtweise wurden während der QoMEX 2019 auch methodische Herangehensweisen und fundamentale Modelle der QoE diskutiert. Während geeignete Methoden zur Durchführung von Nutzerstudien und Bewertung von Qualität ein Kernthema der QoMEX darstellen, kristallisierten sich bei der diesjährigen QoMEX statistische Verfahren und maschinelle Lernmethoden als weiteres Schwerpunktthema heraus. Die Performanz und Genauigkeit z.B. von neuronalen Netzen oder Deep-Learning-Ansätzen

wurde hierbei für ganz unterschiedliche QoE-Modelle untersucht: Videoqualität bei Spielen, Anteil der hinsichtlich der Bildqualität zufriedenen Nutzer für Bildkompressionsmethoden, Qualitätsmetriken für High-Dynamic-Range-(HDR-)Bilder, instantane QoE bei adaptivem Videostreaming über das Internet und drahtlose Netze, Qualitätsmetriken für Sprache durch Machine Learning und durch Machine Learning verbesserte Sprachqualität. Zur Gewinnung von subjektiven Bewertungen durch Nutzer stellt Crowdsourcing eine interessante Möglichkeit dar, um die Studien durch die Crowd im Internet durchzuführen. Die auf der QoMEX 2019 aufgegriffenen Forschungsfragen umfassen dabei, welche Auswirkungen das Studiendesign in Crowdsourcing auf die Ergebnisse hat oder wie die Zuverlässigkeit von Crowdsourcing etwa bei der Bewertung der Sprachqualität ist. In der Standardisierung der ITU wird das Thema Crowdsourcing für subjektive Studien ebenfalls gerade erarbeitet. Neben diesem datengetriebenen Vorgehen wurden auch grundlegende theoretische Arbeiten zu QoE und deren Quantifizierung in Systemen sowie fundamentale Zusammenhänge und Modellansätze vorgestellt.

Insgesamt umfasste das Programm elf Sessions zu obigen Themen, in denen die akzeptierten Beiträge durch die Autoren präsentiert wurden. Diese elf Sessions beinhalteten sechs Special Sessions zu dedizierten Themen, die von verschiedenen Special-Session-

Organisatoren in einem offenen Aufruf organisiert wurden. Es wurden insgesamt 82 Beiträge eingereicht, von denen 35 Beiträge angenommen wurden (Akzeptanzrate: 43 %). Hierbei konnten sowohl reguläre Beiträge eingereicht werden, die einem Double Blind Review unterlagen, als auch Beiträge zu Datasets & Tools für QoE. Diese Beiträge referenzieren auf die neu generierten zur Verfügung gestellten Datensätze bzw. die entwickelten Tools, weswegen diese in einem Single-Blind-Verfahren evaluiert wurden. Weiterhin bestand die Möglichkeit, dass Demos, reguläre Kurzbeiträge oder Kurzbeiträge zu Datasets & Tools eingereicht wurden. Von den 77 eingereichten Kurzbeiträgen wurden 33 angenommen, die in zwei dedizierten Postersessions vorgestellt wurden. Insgesamt wurden 71 volle und 64 kurze Beiträge, elf volle und zehn kurze Dataset-&-Tools-Beiträge sowie drei Demo-Beiträge eingereicht. Die Begutachtung der einzelnen Einreichungen wurde von vier bis fünf Experten durchgeführt. Für die Vollbeiträge fand dabei ein physikalisches TPC-Meeting an der TU Berlin statt, in der die Gutachten und die Beiträge diskutiert und über die Annahme der Beiträge entschieden wurde. Für die Kurzbeiträge fand ein virtuelles TPC-Meeting statt. Die Konferenz-Proceedings sind über IEEE Xplore verfügbar.

Am ersten Tag der QoMEX 2019 eröffnete Sebastian Möller als General Chair die Konferenz und begrüßte die erste Hauptrednerin des Tages, Irina Cotanis, die einen begeisternden Vortrag über QoE in 5G hielt. Dabei ging sie sowohl auf die neu auftretenden Herausforderungen und Dienste in 5G ein als auch auf die Frage, wie man die Qualität und QoE in diesen Netzen messen kann. Es folgten technische Sitzungen zu Video Quality, Methods, Interactive Application and Games (Special Session), Immersive Experience sowie eine Postersession für die Kurzbeiträge. Abgerundet wurde der Tag durch ein Speed PhD Mentoring, bei dem die teilnehmenden Doktorandinnen und Doktoranden sich für ein Kurzmentoring (je zehn Minuten pro Mentorin bzw. Mentor) mit verschiedenen Forschern aus Industrie und Akademia bewer-





Die jährlich stattfindende Konferenz feierte in Berlin ihren 10. Geburtstag seit der ersten Edition im Jahr 2009 in San Diego mit einer QoMEX-Geburtstags-torte (von links: Andrew Perkis, Lina Karam, Touradj Ebrahimi)



Abschluss der Veranstaltung durch die Organisatoren (von links: Jan-Niklas Voigt-Antons, Sebastian Egger-Lampl, Sebastian Möller, Irene Hube-Achter, Tobias Hoßfeld, Raimund Schatz)

ben konnten, um fachliche oder auch allgemeine Fragen zu stellen. Im Anschluss fand im wunderschönen Gelände und Garten des Harnack-Hauses die Welcome Reception statt, bei der auch der 10. Geburtstag der QoMEX gebührend mit Torte, Champagner-Bier und einer interaktiven Kunstinstallation mit VR-Technologie gefeiert wurde.

Der zweite Tag wurde von der Hauptrednerin Katrien De Moor eröffnet, die die Gemeinsamkeiten und Unterschiede von QoE und User Experience (UX) herausstellte und dabei die Entwicklung der beiden Begriffe QoE und UX in der Vergangenheit und den aktuellen Status betrachtete. Es wurde eine integrierte Sichtweise zu QoE und UX diskutiert und wie sich die beiden Konzepte in Zukunft entwickeln werden. Insbesondere stellte sie die Frage, wie sich die beiden Communities gegenseitig befruchten könnten und was das Zusammenbringen der Communities in der Zukunft benötigt. In einer von Sebastian Egger-Lampl organisierten Session fand dazu eine Paneldiskussion statt, in der als Einstieg die besten Arbeiten der letzten fünf Jahre der gleichzeitig stattfindenden TVX Conference vorgestellt wurden, um die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden Communities aufzuzeigen. Der zweite Tag umfasste weitere technische Sessions zu Probing the User, Machine learning and statistical methods for multimedia QoE measurement and enhancement (Special Session), Quality of Experience and

User Experience Research with and for Crowdsourcing (Special Session) und einer weiteren Postersession für die akzeptierten Kurzbeiträge. Zum Abschluss gab es eine „3-Minute Madness“-Session, die von Raimund Schatz und Tobias Hoßfeld organisiert wurde und Beiträge zu „verrückten“, interessanten neuartigen Ideen in einer stimulierenden Atmosphäre vorstellte. Die Intention dieser zum zweiten Mal stattfindenden Session ist es, die QoMEX-Community spielerisch für neue Ideen und Ansätze anzuregen und ein Forum für kreative Ideen zu geben. Am Abend fand dann das Social Event in Form einer Bootstour auf der Spree durch das historische Berlin statt. Die wunderschöne Atmosphäre auf dem nostalgischen Schiff „Kreuz AS“ regte dazu an, die Diskussionen quer über alle Themen und Ideen weiterzuführen und den Abend zu genießen.

Der abschließende Tag der QoMEX 2019 begann mit der Keynote der Künstlerin Martina Menegon, die einige ihrer Kunstprojekte, die auf VR-Technologie basieren, vorstellte. Es folgten drei Special Sessions: Perceptual visual information quality enhancement evaluation: challenges and opportunities; On behalf of the user – Towards advanced and applicable QoE modeling in networked settings; Machine learning and statistical methods for multimedia QoE measurement and enhancement (part 2). Nach der letzten technischen Session zu Speech Quality wurden noch die diesjährigen Best Paper gekürt. Der

Best Paper Award für den Beitrag „Assessing Texture Dimensions and Video Quality in Motion Pictures using Sensory Evaluation Techniques“ ging an Dominik Keller, Tamara Seybold, Janto Skowronek und Alexander Raake. Mit dem Best Student Paper Award wurde der Beitrag „Predicting Quality of Experience of Popular Mobile Applications in a Living Lab Study“ von Alexandre De Masi und Katarzyna Wac ausgezeichnet. Darüber hinaus wurden Markus Fiedler, Karel Fliegel, Matthias Hirth und Oliver Hohlfeld für ihre exzellente Gutachtertätigkeit ausgezeichnet.

Insgesamt brachte die QoMEX 2019 über 100 registrierte Teilnehmer nach Berlin. Während die meisten wie zu erwarten aus Deutschland kamen, konnten auch Teilnehmer aus der ganzen Welt begrüßt werden, u.a. Kanada, USA, China, Taiwan, Österreich, Norwegen, Finnland, Kroatien, Schweden, Schweiz, Irland, Belgien, Frankreich, Italien – um nur einige zu nennen. Gemeinsam mit allen Teilnehmern und Beitragenden wurde QoMEX 2019 zu einer fantastischen Konferenz für den fachlichen und sozialen Austausch, Kreieren neuer Ideen und Knüpfen neuer Kontakte.

**Weitere Informationen finden sich unter [www.qomex2019.de](http://www.qomex2019.de)**

**PROF. DR. TOBIAS HOSSFELD**  
Universität Würzburg, TPC Co-Chair

**PROF. DR.-ING. SEBASTIAN MÖLLER**  
TU Berlin, General Chair

INTERNET OF THINGS

# Datensouveränität in industriellen Ökosystemen

Die zukünftige steigende Verbreitung von Industrie 4.0 und des Internets der Dinge verlangt nach technischen Lösungen für Datensouveränität. Die International-Data-Spaces-(IDS)-Initiative wurde 2015 gemeinsam von Industrie, Forschung und Politik ins Leben gerufen, um einen Standard für Datensouveränität zu setzen.

## Wertschöpfung durch Daten

Die Verbreitung digitaler Technologien im Zuge von Industrie 4.0 führt zu steigender Vernetzung von Produkten und Anlagen entlang ganzer Wertschöpfungsketten. Grundlage dafür sind Daten, die an fast allen Stellen des industriellen Produktionsprozesses erfasst und für Analysen verfügbar gemacht werden, aus denen wiederum neue Daten entstehen. Neben den materiellen gibt es also auch Datenwertschöpfungsketten. Sensoren an Produktionsanlagen, an Transportbehältern und an Produkten erzeugen Daten zu Standort, Temperatur, Vibration, Beschleunigung und generell zum Zustand der Leistungserstellung. Diese Daten werden zunehmend nahe am Ort ihrer Entstehung („at the edge“) zwischengespeichert und vorverarbeitet, bevor sie in weiterverarbeitende

Informationssysteme transferiert werden, um dort mit anderen Daten zusammengeführt zu werden. Diese Informationssysteme befinden sich beim Unternehmen selbst „on premise“ (z.B. im Fall von Manufacturing-Execution-Systemen) oder in zunehmendem Maß in der Cloud (z.B. im Fall von Analysesystemen für Internet-of-Things-Daten). Cloud-Plattformen, wie Microsoft Azure, Amazon Web Services, SAP Cloud Platform u. a., stellen Analyse- und Maschinelle Lernwerkzeuge bereits zur Verfügung, um die Daten aus verschiedenen Quellen zu nutzen. Weitverbreitete Nutzungsszenarien sind Zustandsüberwachungen von Maschinenkomponenten durch den Komponentenhändler („Condition Monitoring“), die vorausschauende Wartung von Produktionsanlagen („Predictive Maintenance“) sowie die Transportgutüber-

wachung und Berechnung erwarteter Lieferzeitpunkte („Estimated Time of Arrival“).

Die Datenwertschöpfungskette umfasst immer häufiger nicht allein horizontal aufeinander folgende Akteure in einem Produktions- oder Logistiknetzwerk, sondern umspannt zunehmend sogenannte Ökosysteme. Industrielle Ökosysteme sind Verbünde von Unternehmen, die sich um eine gemeinsame Kundeninnovation ergeben und bei der jedes Mitglied des Ökosystems Ressourcen – häufig in Form von Daten – beisteuern muss, um vom wirtschaftlichen Potenzial der Innovation zu profitieren. Ökosysteme sind Verbundorganisationen, bei denen unter Umständen auch Wettbewerber im Sinne einer „Coopetition“-Strategie ein gemeinsames Ziel verfolgen.

Bild 1 zeigt ein industrielles Ökosystem der vorausschauenden War-

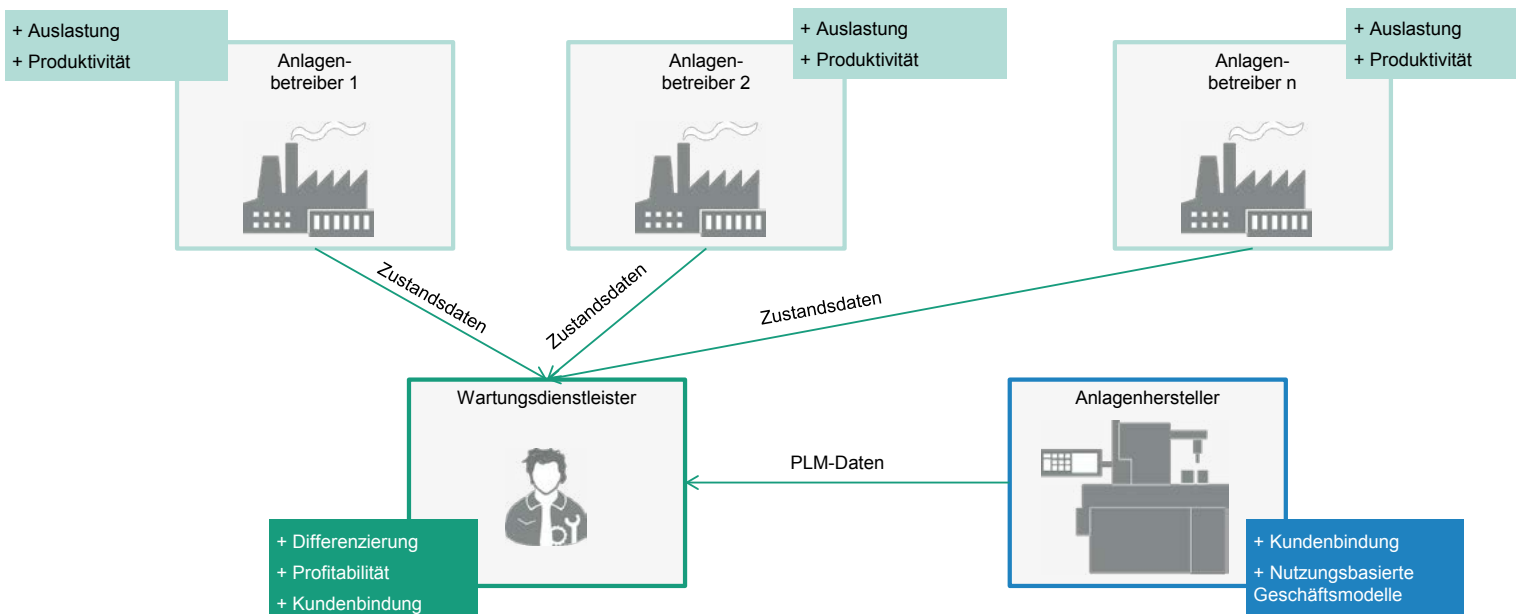


Bild 1: Industrielles Ökosystem für vorausschauende Wartung

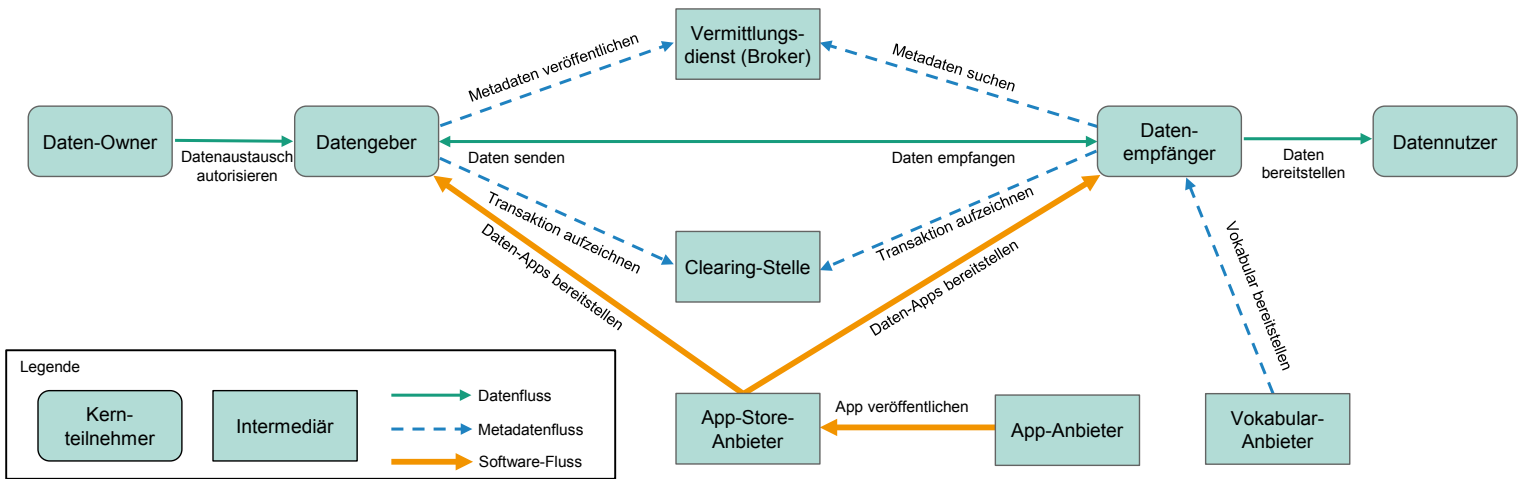


Bild 2: Rollen im IDS-Referenzarchitekturmodell

tion, das aus einem Anlagenhersteller, einem Unternehmen für Wartungsdienstleistungen sowie verschiedenen Anlagenbetreibern besteht. Für alle Mitglieder des Ökosystems ergibt sich durch den Austausch und die gemeinsame Nutzung von Zustandsdaten der Anlage im Produktionsprozess wirtschaftlicher Nutzen. Der Wartungsdienstleister speist die Daten verschiedener Anlagenbetreiber in maschinelle Lernverfahren ein, um Aufschlüsse über die bestmögliche Konfiguration der Anlagen und über optimale Wartungsfenster zu erhalten. Diese Erkenntnisse nutzt er zur Verbesserung seines Wartungsangebots und kann sich dadurch einerseits vom Wettbewerb differenzieren und andererseits unter Umständen die Profitabilität seiner Dienstleistung erhöhen. Dem Anlagenhersteller eröffnen sich durch Bereitstellung von Produktlebenszyklusdaten (u.a. Stammdaten zur Anlage, aber auch Angaben zu Ersatzteilen bzw. neue Komponenten) eine höhere Kundenbindung sowie über Zustandsüberwachung neue Geschäftsmodelle.

Die Anlagenbetreiber profitieren vom Datenaustausch durch eine höhere Auslastung der Anlage und damit einer Produktivitätssteigerung, die sich monetär bewerten lässt. Die Anlagenbetreiber haben also ein Interesse, ihre Daten verfügbar zu machen. Allerdings haben sie ebenso ein Interesse, zu bestimmen, wer was mit ihren Daten tun darf – und wer nicht. Beispielsweise sollten Stückzahlen, Auslastungsinformation etc. entweder nur anonymisiert verwendet werden oder

es muss sichergestellt sein, dass Dritte – etwa andere Anlagenbetreiber, zu denen eine Wettbewerbssituation besteht – keinen Zugriff auf diese Daten haben.

### Souveränität beim Datenaustausch

Datensouveränität ist die Fähigkeit natürlicher und juristischer Personen zur Selbstbestimmung über ihre Datengüter. Sie adressiert den o.a. Zielkonflikt, in dem sich viele Unternehmen befinden, einerseits Daten teilen zu wollen, um Nutzenpotenziale zu erschließen, und andererseits Schutzbedürfnisse in Bezug auf ihre Daten gewahrt zu wissen.

Derzeit werden Nutzungs- und Zugangsrechte zu Daten in Produktions- und Logistiknetzwerken in vielen Fällen vertraglich geregelt. Zwar wird das auch in Zukunft so sein, aber die digitale Transformation führt zu autonom agierenden Objekten, wie Maschinen, die in zunehmenden Maß selbstständig Entscheidungen treffen. Solche Entscheidungen umfassen z. B. auch, dass ein Transportcontainer selbst seine Transportroute bestimmt und in Verhandlungen mit Transportmitteln tritt.

Die zukünftige steigende Verbreitung von Industrie 4.0 und des Internets der Dinge verlangt nach technischen Lösungen für Datensouveränität, weil eine rein vertragliche Vereinbarung in jedem Einzelfall kaum effektiv und effizient jederzeit nachprüfbar und nachvollziehbar umgesetzt werden kann. Der Anteil der technisch gere-

gelten Vereinbarungen muss steigen, damit Industrie 4.0 und selbststeuernde Produktionsnetzwerke wirtschaftlich umgesetzt werden können.

Datensouveränität erfordert ein Bündel von aufeinander abgestimmten technischen Maßnahmen, um Daten zu klassifizieren, Regeln für den Umgang mit den Daten festzulegen und die Einhaltung der Nutzungsregeln nachprüfbar zu garantieren, auch wenn die Daten außerhalb der eigenen administrativen Domäne verarbeitet werden. Dies schließt einen sicheren und vertrauenswürdigen Transfer der Daten über ggf. unsichere Kommunikationswege ein. Regeln („Policies“) spezifizieren die Datennutzungsrestriktionen. Typische Regeln beziehen sich auf die Erlaubnis von Dritten, Daten zu lesen, sie zu verarbeiten, sie weiterzuleiten etc., sowie auf die Bedingungen hierzu (kostenlos oder gegen Gebühr etc.). Auch die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) führt zu solchen Regeln, die sich u.a. auf das Löschen von Daten beziehen.

### International-Data-Spaces-Architektur

Die International-Data-Spaces-(IDS)-Initiative wurde 2015 gemeinsam von Industrie, Forschung und Politik ins Leben gerufen, um einen Standard für Datensouveränität zu setzen. Die IDS Association besteht derzeit aus 100 Mitgliedern aus 19 verschiedenen Ländern. Das IDS-Referenzarchitekturmodell (IDS-RAM) beschreibt eine Software-Architektur zur technischen

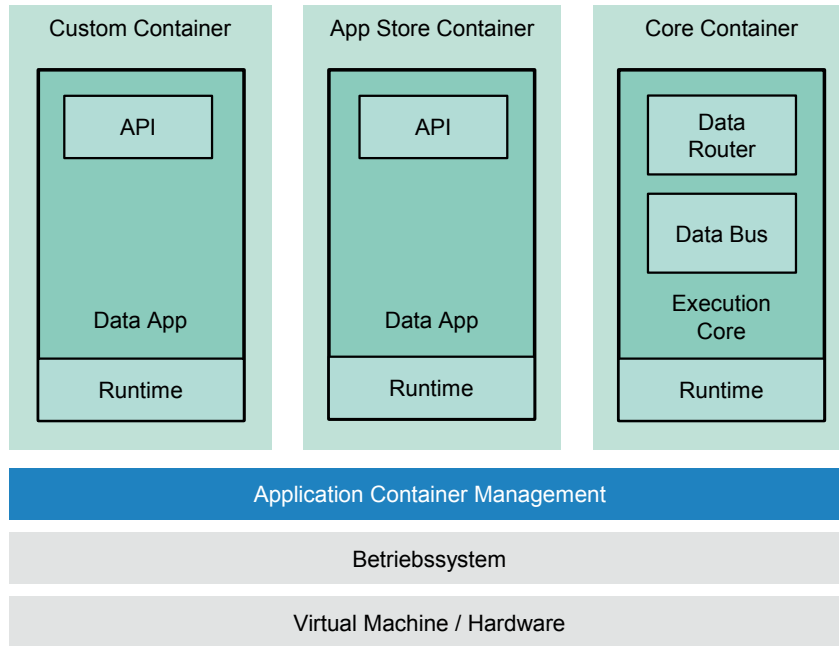


Bild 3: Architektur des IDS Connector

Umsetzung von Datensouveränität in Unternehmensnetzwerken und Geschäftsökosystemen [1].

Das IDS-RAM identifiziert und beschreibt aus Sicht des zwischenbetrieblichen Datenmanagements alle Rollen, die für Datensouveränität in industriellen Ökosystemen erforderlich sind (siehe Bild 2).

Der Daten-Owner ist der Erzeuger der Daten (beispielsweise ein Anlagenbetreiber im oben genannten Beispiel), der Daten unter Berücksichtigung von Nutzungsrechten teilen möchte. Der Datengeber stellt die Daten vertrauenswürdigen Partnern im Ökosystem bereit. In vielen Fällen übt der Daten-Owner auch die Datengeberrolle aus, aber es besteht auch die Möglichkeit, diese Aufgabe an einen Dienstleister im Sinne einer Datentreuhänderschaft auszulagern.

Beide Rollen sind gespiegelt auf Seiten des Datenempfängers bzw. des Datennutzers. Ein Verzeichnisdienst („Broker“) vermittelt Datenangebot und Datennachfrage, und eine Clearing-Stelle überwacht die Datentransaktion, also den Datenaustausch, ohne dabei Zugriff auf die übertragenen Daten zu haben. Vielmehr erfasst die Clearing-Stelle die Metadaten, also zwischen wem Daten ausgetauscht wurden und ob die Transaktion erfolgreich durchgeführt wurde. Das ist eine Voraussetzung, um Datentrans-

aktionen abrechenbar zu machen. Über einen App-Store-Anbieter lassen sich Software-Programme beziehen, die Daten aus Quellformaten in das IDS-Format überführen oder bestimmte Funktionen zur Analyse und Verarbeitung der Daten bereitstellen (etwa Analyseverfahren für die Zustandsdaten aus der Fertigung im o. a. Beispiel). Zudem erlaubt ein Vokabularanbieter die Pflege des IDS-Informationsmodells, aber auch domänenspezifischer Informationsmodelle, die etwa die wichtigen Konzepte bei der vorausschauenden Wartung semantisch standardisiert.

Zentrale Komponente der im IDS-RAM spezifizierten Software-Architektur ist der IDS Connector (siehe Bild 3), eine Software-Komponente, die einerseits als Gateway [2] fungiert, um Daten souverän zwischen den vertrauenswürdigen Partnern des IDS-Netzwerks auszutauschen und die festgelegten Nutzungsregeln für die Daten nachvollziehbar umzusetzen, und andererseits eine vertrauenswürdige Ausführungsumgebung für die Apps bietet, die über den App Store verfügbar gemacht werden können.

Der IDS Connector nutzt Container-Technologie, um unbefugten Zugriff auf Daten zu unterbinden und um Nutzungsbedingungen für Daten einerseits zu interpretieren und andererseits auch auszuführen [3]. Bild 4

zeigt schematisch die Kommunikation und den Umgang mit Nutzungsbedingungen zwischen zwei IDS-Connector-Implementierungen. Die eigentlichen Daten werden über sichere Protokolle gemeinsam mit den Nutzungsbedingungen ausgetauscht. Der Core Container sorgt für die grundsätzliche Verteilung der Daten bei der Bereitstellung bzw. beim Empfang. Über Custom Container können Applikationen hinzugeladen werden, um die Daten zu verarbeiten. Innerhalb des IDS Connectors werden die Policies ausgeführt („Enforcement“) – sowohl im Core Container als auch im Custom Container.

Der IDS Connector kann grundsätzlich in verschiedenen Sicherheitsstufen umgesetzt werden – als einfaches Software-Programm auf einem herkömmlichen Rechner bis hin zu sicheren, integrierten Hardware- und Software-Stacks auf eingebetteten Systemen. Das Sicherheitsniveau jedes IDS Connector lässt sich mithilfe von Remote-Attestation-Verfahren feststellen und für die Entscheidung von Zugriffsanfragen verwenden. So können Betreiber eines Trusted Connector festlegen, dass sie ausschließlich mit Connector-Instanzen mit einem nachweisbar integren Software-Stack und vertrauenswürdigen Apps kommunizieren möchten. Es stehen bereits verschiedene Referenzimplemen-

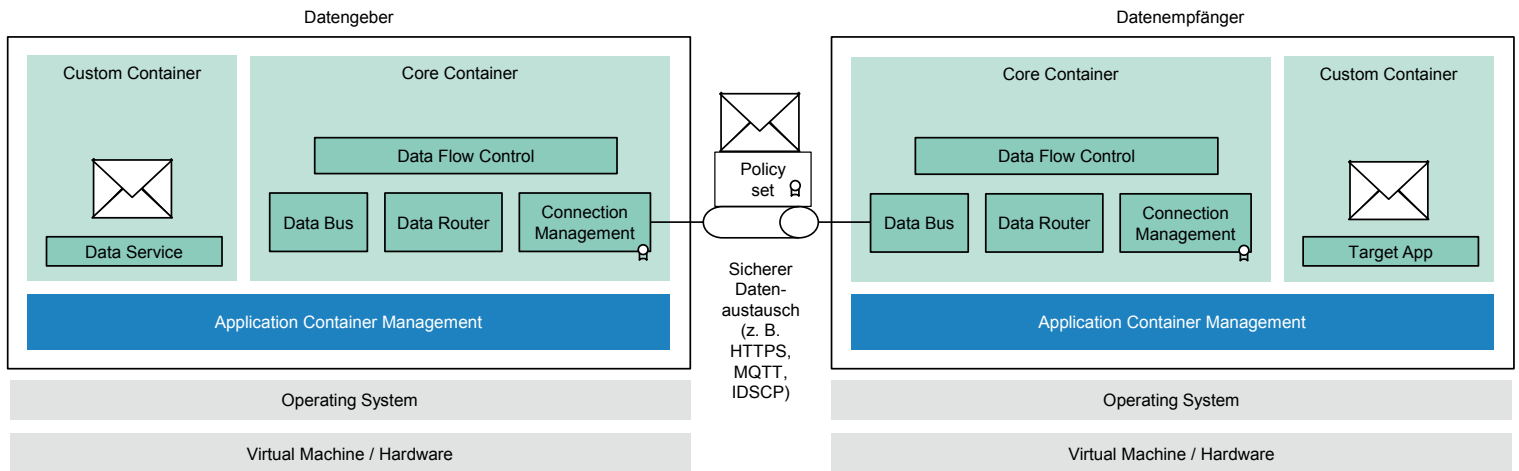


Bild 4: Kommunikation und Nutzungskontrolle im IDS

tierungen für den IDS-Connector zur Verfügung, beispielsweise für den Trusted Connector<sup>1</sup>.

Das IDS-RAM ist technologieunabhängig und gibt keine spezifische Implementierung für die Nutzungskontrolle vor. Es gibt hierzu Datenfluss-basierte Lösungen auf Basis von Distributed-Usage-Control-Konzepten [4], etwa MyData vom Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE, oder auf Basis des sogenannten „Sticky Policy“-Ansatzes, etwa LUCON (Label-based Usage Control) vom Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC. Zudem entwickelt das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST mit der Applikationssprache D<sup>o</sup> eine eigene Programmiersprache für Applikationen im Custom Container, wodurch bereits bei der Erstellung von Apps die Nutzungskontrolle für Daten berücksichtigt wird.

Der verteilte Architekturansatz des IDS-RAM kommt ohne zentrale Datenhaltung aus, sondern basiert auf dem jeweils bilateralen Datenaustausch zwischen vertrauenswürdigen Partnern.

## Zusammenfassung und Ausblick

Das IDS-RAM beschreibt eine Software-Architektur für Datensouveränität und liefert damit eine konzeptionelle Grundlage für den fairen

Umgang mit Daten in industriellen Ökosystemen sowie für die Datenökonomie insgesamt. Sie basiert auf Prinzipien, welche die Selbstbestimmung des Einzelnen bzw. desjenigen wahren, der die Daten erzeugt. Insbesondere im industriellen Kontext ist die Erfassung der Daten, ihre Bereitstellung und die Sicherung ihrer Qualität nicht umsonst, sondern es entstehen dabei Kosten.

Unternehmen werden Daten nur teilen, wenn der Nutzen dabei die Kosten übersteigt. Daten sind somit ein Wirtschaftsgut [5], für das Nutzungsrechte übertragen werden können. Das IDS-RAM liefert hierfür die technische Basis.

Zudem kann das IDS-RAM als Ansatz fungieren, öffentliche Interessen zum Datenzugang mit individuellen Schutzbedürfnissen des Datenerzeugers in Balance zu bringen. In diesem Sinne bietet das IDS-RAM eine Architekturalternative zu monopolistisch wirkenden Hyperscaler-Plattformen, deren Erfolg vielfach auf der bedingungslosen Nutzung von Daten Dritter basiert.

## Referenzen

- [1] Otto, B.; Lohmann, S.; Steinbuß, S.; Teuscher, A.: IDS Reference Architecture Model (Version 3.0). Berlin, München, 2019
- [2] DIN SPEC 27070. 2019. Standardisiertes Security Gateway und Security-Anforderungen für IoT-Geräte im Small Business/Home-Umfeld
- [3] Eckert, C.; Waidner, M.: Safety and Security, Bd. 7. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Digitalisierung. Berlin, Heidelberg: Springer, 2018, S. 275–293

- [4] Zrenner, J.; Möller, F. O.; Jung, C.; Eitel, A.; Otto, B.: Usage control architecture options for data sovereignty in business ecosystems. In: Journal of Enterprise Information Management 32 (2019) H. 3, S. 477–495
- [5] Krotova, A.; Rusche, C.; Spiekermann, M.: Die ökonomische Bewertung von Daten: Verfahren, Beispiele und Anwendungen. IW-Analysen 129. Köln, 2019

### PROF. DR.-ING. BORIS OTTO

Geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Software- und Systemtechnik ISST in Dortmund

### PROF. DR. CLAUDIA ECKERT

Geschäftsführende Institutsleiterin des Fraunhofer-Instituts für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC in Garching b. München

<sup>1</sup> Siehe <https://industrial-data-space.github.io/trusted-connector-documentation>



Mobiler Sensor  
zur Ortsbestimmung

## INTERNET OF THINGS

# Steht ein Sensor im Wald

*Klimawandel und Umweltverschmutzung gefährden die Artenvielfalt und die Ökosysteme der Welt. Wer aber die Natur wirklich schützen will, muss sie auch bis ins kleinste Detail verstehen lernen: Forscher der Philipps-Universität Marburg und der Technischen Universität Darmstadt entwickeln im LOEWE-Schwerpunkt Natur 4.0 spezielle Sensornetzwerke für eine flächendeckende Beobachtung unserer Ökosysteme – das lässt neuartige Prognosen und abgeleitete Handlungsempfehlungen für den Naturschutz zu.*

Unsere Umwelt ist durch Klimaerwärmung und zunehmende Verschmutzung bedroht. Dadurch befinden sich Arten sowie ganze Ökosysteme in Gefahr. Die Natur selbst ist ein großes, sehr komplexes Netzwerk: Wenn beispielsweise eine Frucht nicht mehr wächst, hat ein bestimmtes Insekt keine Nahrungsquelle mehr, das wiederum als Futter für einen Vogel dient. Diese vielschichtigen Abhängigkeiten gilt es zu verstehen.

Wissenschaftler der Philipps-Universität Marburg und der TU Darmstadt forschen an neuen Methoden, unsere Umwelt besser zu verstehen und zu schützen. Grundgedanke ist dabei, dass nur geschützt werden kann, was bekannt ist. Um möglichst viele Informationen über die Umwelt zu erhalten, werden bereits existierende Datenerfassungsmethoden mit neuen kombiniert: Vernetzte, flexible Umweltsensorboxen und eine zentrale Datenplattform liefern so detaillierte Informationen wie noch nie.

### Noch genauer mit Umweltsensorboxen

Dafür wurden modulare Sensorboxen entwickelt, die einiges im Kasten haben: Per GPS den Standort erfassen, mit einem Gyrometer Mikrobewegungsmuster messen und so Bewegungsprofile erstellen. Ebenso werden Lichtintensität, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Geräusche und Bildmaterial aufgezeichnet. Sogar Radar wird eingesetzt, damit auch kleinste Lebewesen, wie Insekten, erfasst werden. Die aufgezeichneten Daten können bereits im Sensornetzwerk kombiniert und verarbeitet werden. Wichtig ist immer, welche Daten in welchem Format relevant sind: Um zum Beispiel nicht ein Audiosignal mit großer Datenmenge übertragen zu müssen, kann ein Algorithmus bereits Art und Anzahl der darauf zu hörenden Tiere in eine Textdatei umwandeln. Das spart Speicherplatz und Strom bei der Übertragung.

Die verwendeten Sensorboxen sind sehr unterschiedlich. Es gibt statische Boxen an und auf Bäumen für die Erfassung und Verarbeitung von komplexen Messdaten. Es gibt aber auch sehr kleine Boxen, die leicht auf dem Rücken von Fledermäusen oder Vögeln platziert werden können, um deren Bewegungsmuster zu erfassen. Für eine zuverlässige Kommunikation zwischen den Boxen werden unterschiedliche Funktechnologien mit verschiedenen Reichweiten und Bandbreiten genutzt – immer angepasst an den jeweiligen Einsatzzweck und die zur Verfügung stehenden Energieresourcen.

### Wissenschaftler und Bürger gemeinsam

Das Projekt wird nicht nur von Wissenschaftlern durchgeführt. Auch die Bürger vor Ort sind dabei und machen „Citizen Science“. Zum Beispiel können Schülerklassen das Waldstück

besuchen und durch zum Himmel gerichtete Fotoaufnahmen den Blattgrünanteil erfassen. Über die Projektlaufzeit ist eine Vielzahl an Beteiligungsmöglichkeiten für Bürgerinnen und Bürger in Planung.

Viele der Daten unterscheiden sich dabei von herkömmlich verwendeten Fernerkundungsinformationen, wie Satellitenbildaufnahmen, da sie in unmittelbarer Nähe zum jeweils beobachteten Objekt sind. So können auch unterhalb einer eventuell behindernden Wolken- oder Kronenschicht Bilder aufgenommen werden. Die Kommunikation und Datenweiter-

gabe erfolgt über ein autarkes Funknetzwerk. Die über die Zeit erreichte, detaillierte Erfassung von Umweltvariablen erzeugt einen bisher nicht erreichten Detailgrad bei der flächendeckenden Abbildung von Ökosystemen.

### Bisher nicht vorhandene Prognosen möglich

Im Rahmen von Natur 4.0 werden neue, digitale Methoden entwickelt, um Daten zu sammeln, auszuwerten und Prognosen abzuleiten. Daten werden, unabhängig von Ort und Art der Sensoren, erhoben und energie-

effizient übertragen. Damit sollen die bevorzugten Lebensräume von Arten bestimmt und analysiert werden. So können mit genug Daten auch Vorhersagen über diese Lebensräume getroffen und Frühwarnindikatoren für Veränderungen erstellt werden. Der daraus resultierende positive Einfluss auf die Umwelt führt zu einer Verbesserung der Lebenssituationen von Menschen und Tieren.

#### THOMAS LENZ

KOM – Multimedia Communications Lab, TU Darmstadt

## +++ ITG-Preise 2020 +++

### Aufruf für den Dissertationspreis der ITG 2020

Seit 1994 verleiht die Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG) jährlich bis zu drei Dissertationspreise. Mit diesem Preis werden besonders herausragende Dissertationen junger Wissenschaftlerinnen/Wissenschaftler und Ingenieurinnen/Ingenieure auf dem Gebiet der Informationstechnik gewürdigt. Die Bewerberinnen und Bewerber müssen der ITG spätestens zum Zeitpunkt der Einreichung angehören. Jeder Preis ist mit einer Geldprämie von 2 000 Euro sowie einer Urkunde verbunden. Die ITG im VDE ruft alle ITG-Mitglieder auf, mögliche Kandidatinnen und Kandidaten vorzuschlagen. Außerdem können sich die Betroffenen selbst um diesen Preis bewerben. Der Vorstand der ITG bittet deshalb alle infrage kommenden ITG-Mitglieder, die 2019 ihre Dissertation angefertigt haben und nicht älter als 32 Jahre sind, ihre Arbeit bis spätestens **3. Februar 2020** an die ITG-Geschäftsstelle, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt, zu senden.

### Aufruf für den Preis der ITG 2020

Seit dem Jahr 1956 wird der Preis der ITG für besonders hervorragende Publikationen auf dem Gebiet der Informationstechnik an Wissenschaftler und Ingenieure verliehen. Jeder Preis ist mit einer Geldprämie von 3 000 Euro sowie einer Urkunde verbunden.

Hauptkriterien für die Beurteilung der Arbeiten sind

- Originalität,
- Theoretische und/oder praktische Behandlung des Themas,



- Darstellung und Form sowie
- Bedeutung der Arbeit

Auch Übersichtsaufsätze als überzeugend gelungene zusammenfassende Darstellung eines größeren Fachgebiets sind preiswürdig, ohne dass solche Arbeiten unbedingt neue wissenschaftliche Erkenntnisse vermitteln müssen. Bitte reichen Sie daher entsprechende Arbeiten ein. Originaltexte von Doktorarbeiten und Habilitationsschriften kommen für den ITG-Preis nicht in Betracht. Dissertationen könnten jedoch für den ITG-Förderpreis infrage kommen. Alle Autoren einer eingereichten Veröffentlichung gelten als Bewerber um den ITG-Preis, sofern Sie ITG-Mitglieder sind.

Der Vorstand der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG) bittet um die Einreichung der Unterlagen zur Bewerbung bis **15. Februar 2020**.

### Aufruf für den Wissenschaftspreis der Informations- und Kommunikationstechnik der ITG 2020

Der ITG-Vorstand hat gemeinsam mit dem Wissenschaftlichen Beirat beschlossen, alle zwei Jahre einen Wissenschaftspreis der Informations- und Kommunikationstechnik der ITG zu verleihen, der mit einer Geldprämie von 5 000 Euro sowie einer Urkunde verbunden ist. Der ITG-Wissenschaftspreis wird als eine hohe Auszeichnung angesehen und unter Anlegung eines strengen Maßstabs verliehen. Mit diesem Preis soll jeweils eine herausragende, persönliche technisch-wissenschaftliche Leistung gewürdigt werden, die entweder zu einer wesentlichen Erweiterung der grundlegenden Erkenntnisse auf dem Gebiet der Nachrichten- und Informationstechnik beigetragen oder aber im Rahmen eines Gesamtwerks die Informationstechnik in wissenschaftlicher und technischer Hinsicht maßgebend gefördert hat. Der Auszuzeichnende sollte Nachrichten- oder Informations- und Kommunikationstechniker und Mitglied der ITG sein; eine altersmäßige Begrenzung ist nicht vorgesehen.

Der ITG-Vorstand bittet, Vorschläge für den Wissenschaftspreis der Informations- und Kommunikationstechnik spätestens bis zum **31. Dezember 2019** an die ITG-Geschäftsstelle (Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt) einzureichen. Vorschlagsberechtigt für die Verleihung des Preises sind alle ITG-Mitglieder.

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

## Veranstaltungen

**Hinweis: Weitere Veranstaltungen finden Sie auf den Seiten 46 und 47 des VDE dialog.**

**07.–09.10.2019, Ostfildern**

**Quantentechnologie**

ITG, TAE

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

**21.11.2019, München**

**Flexible Antennenkonzepte für die zukünftige Satellitenkommunikation**

Rohde & Schwarz

// [tms.aloom.de/satcom-workshop](http://tms.aloom.de/satcom-workshop)

**21.–22.11.2019, Boppard**

**40. Fachtagung Echtzeit 2019**

ITG

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

**27.–28.11.2019, Mannheim**

**Digitale Welt Rhein-Neckar**

ITG, GPM, IT-Forum Rhein-Neckar,

VDE Bezirksverein Kurzpfalz

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

**10.–11.12.2019, Köln**

**26. ITG-Fachtagung**

**Kommunikationskabelnetze**

ITG-FA KT 4

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

## Call for Papers

**18.–20.02.2020, Hamburg**

**24th International ITG Workshop on Smart Antennas**

The WSA 2020 provides a prestigious international forum for the latest results on communication and information theory, related signal processing algorithms, and experimental results for wireless communications, with special focus on multiantenna (MIMO) systems. A non-exclusive list of topics of interest includes:

- Beamforming Techniques,
- Massive/Full-Dimension MIMO,
- Network/Distributed MIMO,
- Multicell Systems and Interference,
- Cloud Radio Access Networks,
- Millimeter Wave and Terahertz Communications,
- Limited Feedback,
- Ultra-Low Latency Communication,
- Channel Modelling and Estimation,
- Compressive Sensing and Sparse Processing,
- Machine Learning for PHY/MAC Design,
- Multiantenna Techniques and Security,

- Field Trials and Demonstrators,
- MIMO Radar and Multisensor Processing,
- Cooperative and Sensor Networks,
- Device-to-Device Communications,
- Vehicular Communications,
- Uncoordinated.

**Paper submission deadline:**

15 November 2019

// [www.wsa2020.net](http://www.wsa2020.net)

**09.–11.03.2020, Cottbus**

**13. German Microwave Conference GEMIC 2020**

The 13th German Microwave Conference 2020 provides a unique platform to exchange with experts and to meet colleagues from industry, research institutes, and universities. Topics are:

**Electronics and Active Circuits**

- Power Amplifier Systems
- Integrated Power Amplifiers
- System on Chip
- Millimeterwave and THz Systems
- MMIC Technology
- Printed Circuit Technology
- Microwave Tubes
- Microwave Devices and Circuits
- Transmitter and Receiver Circuits

**Systems and Sensors**

- Microwave Sensors
- Communication Systems
- Radar and Localization Systems
- Radar Imaging
- Radar Modelling and Processing
- Calibration and Material
- Characterization
- Biomedical Applications
- Cognitive Systems

**Passives, EM, and Antennas**

- Antennas and Antenna Arrays
- Reconfigurable Antennas
- Waveguide Components
- Passive Circuits
- Electromagnetic Theory and Metamaterials and Emerging Technologies
- Electromagnetic Compatibility

**The final papers will be submitted for consideration to IEEE Xplore.**

**Paper submission deadline:**

21 October 2019

// [www.gemic2020.de](http://www.gemic2020.de)

**23.–24.03.2020, Berlin**

**14. ITG-Fachkonferenz „Breitbandversorgung in Deutschland“**

**Mit 5G und FTTH beschleunigt in die Gigabit-Gesellschaft**

Die Konferenz konzentriert sich auf die 5G-Einführung – d. h. auf den aktuellen technischen Entwicklungsstand, Einführungsstrategien, Anwendungsfälle, den technischen und wirtschaftlichen Nutzen sowie auf Zukunftsperspektiven. Im Kontext der Breitband-Infrastrukturziele

des Bundes (Digitale Strategie 2025) sind Interdependenzen und Synergien zwischen den Rollout-Konzepten der 5G-Netzbetreiber und dem allgemeinen Glasfaserausbauprogramm von besonderem Interesse. Neben eingeladenen Vorträgen werden auch Diskussionsrunden zu Themen von aktueller Bedeutung organisiert.

Bitte senden Sie uns Ihre Fachbeiträge und Vorschläge zu den folgenden Themen der Fachkonferenz:

- Breitbandversorgung im nationalen und internationalen Vergleich,
- Rahmenbedingungen und Regulierung,
- Förderprogramme, Standardisierung, Testbeds,
- Access- und Inhaus-Systemarchitekturen,
- Glasfaser- und 5G-Rollout,
- Synchronisation von Glasfaser- und 5G-Ausbau,
- Anwendungen, Dienste, Geschäftsmodelle,
- Private und industrielle 5G-Nutzung,
- 5G-Anwendungen, z. B. Industrie 4.0 und Autonomes Fahren,
- Datenverkehrs-Situation, Traffic-Messungen,
- Netz-Sicherheit, Zuverlässigkeit und Energieeffizienz,
- Schutz der Privatsphäre in Heimnetzen,
- Strahlenbelastung durch 5G,
- Netz-Virtualisierung, Network Slicing,
- Edge-Cloud-Computing.

Vortragmeldungen mit aussagekräftiger Kurzfassung (max. 1 DIN-A4-Seite) incl. Titel des Beitrags, Name und Anschrift der Autoren sowie einer kurzen Biografie senden Sie bitte an Prof. Dr.-Ing. Ronald Freund, E-Mail: [itg@hhi.fraunhofer.de](mailto:itg@hhi.fraunhofer.de). **Einreichungsschluss für Beiträge ist der 26. Oktober 2019.**

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

**breitbandversorgung2020**

// [www.hhi.fraunhofer.de/itg](http://www.hhi.fraunhofer.de/itg)

## Impressum

### ITG-news

Herausgeber: Informationstechnische Gesellschaft im VDE, Frankfurt am Main

Redaktion: Dr. Volker Schanz,  
Silvia Buhlmann

Telefon: 069/6308-360/-362

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

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

Konzept und Realisation: HEALTH-CARE-COM GmbH, ein Unternehmen der VDE VERLAG GmbH, Projektleitung: Anne Wolf

Druck: Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin