ITG news
INFORMATIONSTECHNISCHE GESELLSCHAFT IM VDE
1/2023

Liebe ITG Mitglieder,

endlich wieder Normalität und Treffen in Präsenz, könnte auch wieder die Überschrift dieser ITG News sein. Die ITG Facharbeit ist wieder voll aufgeblüht und zeigt, welche wichtigen Beiträge wir für die Zukunft unserer Gesellschaft leisten können. Medizintechnik, vernetzter Verkehr und zukünftige Kommunikationsinfrastrukturen sind nur ein paar Beispiele hierfür. Natürlich führt der veränderte geopolitische Kontext und vor allem der Ukraine-Krieg hierbei zu einer deutlich stärkeren Betonung der Aspekte Resilienz und Cybersecurity.

> Die ITG Facharbeit ist wieder voll aufgeblüht und zeigt, welche wichtigen Beiträge wir für die Zukunft unserer Gesellschaft leisten können.

Das Thema Satelliten – zur Kommunikation und zur Erdbeobachtung – erlebt eine wachsende Bedeutung. Aspekte der strategischen Autonomie und Aufklärung werden wichtiger. Erdbeobachtung zum Natur- und Klimaschutz sind aber weiterhin wichtige Motivation zur Weiterentwicklung dieser Technologien.

Im November haben wir in Berlin die Preisträger der ITG ausgezeichnet und damit herausragende wissenschaftliche Beiträge, aber auch das ehrenamtliche Engagement unserer Mitglieder geehrt.[1] Jetzt rufen wir zu Nominierungen für die ITG Preise 2023 auf und würden uns über viele Vorschläge sehr freuen.

Bild: Privat

Für das neue Jahr wünsche ich uns allen viel Glück, Erfolg und Gesundheit und vor allem Frieden.

Viel Spaß beim Lesen der ITG News,
Ihr
PROF. DR.-ING. HANS SCHOTTEN
ITG Vorsitzender

[1] Lesen Sie hier die Pressemitteilung zum VDE Hauptstadtforum 2022: www.vde.com/hauptstadtforum-2022

ITG PREISE 2023

ITG würdigt herausragende Leistungen

Folgende Preise schreibt die ITG für 2023 (s. auch S. 24) aus:

Dissertationspreis der ITG 2023
für besonders herausragende Dissertationen auf dem Gebiet der Informationstechnik.
Einreichungsfrist: **5. Februar 2023**

Johann-Philipp-Reis-Preis 2023
für eine herausragende, innovative Veröffentlichung auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik.
Einreichungsfrist: **15. April 2023**

Preis der ITG 2023
für besonders hervorragende Publikationen auf dem Gebiet der Informationstechnik.
Einreichungsfrist: **15. Februar 2023**

Weitere Informationen zu den ITG Preisen 2023 finden Sie unter:
// www.vde.com/itgpreise

Inhalt

Meldungen 02
Thema
Erweiterte Realität und Metaversum 08
Satellitengestützte Erdbeobachtung und Aufklärung 12
Nachhaltigkeit & Raumfahrt 15
Personalia 21
Aus den Fachgremien 23
Preise/Termine 24

GEMIC 2022

14. German Microwave Conference (GeMiC) zurück in Ulm

Nach der Pandemie-bedingten Pause fand vom 16. bis 18. Mai 2022 wieder eine deutsche Mikrowellenkonferenz statt. 17 Jahre nach der ersten GeMiC überhaupt kehrte die erfolgreiche Konferenzserie zurück nach Ulm.

Bild: Jürgen Ott, Universität Ulm

Im Edwin-Scharff-Haus direkt am Ufer der Donau trafen sich knapp 250 Hochfrequenz-Experten aus Industrie und Wissenschaft zum Austausch und zur Diskussion aktueller Themen der Kommunikationstechnik, Radartechnik und der Hochfrequenz-Grundlagen. An zweieinhalb Tagen präsentierten ca. 70 Experten aus elf Ländern ihre neuesten Ergebnisse. Ein besonderes Highlight des Programms waren dabei die internationalen Vorträge. So referierte Goutam Chattopadhyay, Experte der NASA, über Terahertz-Raumfahrtanwendungen und James Hwang, Professor der Cornell University New York, über die elektromagnetische Wechselwirkung von lebenden Zellen.

Neben den Fachvorträgen wurden in acht Workshops Grundlagen und Spezialthemen vertieft. Eine Ausstellung von Firmen aus dem Bereich der Hochfrequenzmesstechnik sowie Firmen – vor allem lokal ansässige –, die sich mit Hochfrequenz-Anwendungen beschäftigen, begleitete die Konferenz. Das gemeinsame Abendessen fand dieses Mal im Freien statt, mit Münsterblick direkt am Ufer der Donau. Der Mut der Organisatoren für diese Freiluftveranstaltung wurde mit bestem Mai-Wetter belohnt.

Neben dem lokalen Organisationsteam der Universität Ulm hat sich auch VDE ITG wieder in die Organisation und das Sponsoring der Konferenz eingebracht. Da im kommenden Jahr die europäische Mikrowellenkonferenz (EuMW) in Berlin stattfindet, wird die nächste GeMiC erst 2024 in Dresden ausgerichtet.

PROF. DR.-ING. CHRISTIAN WALDSCHMIDT
Universität Ulm, Institut für Mikrowellentechnik

ARCS 2022

Die Welt zu Gast in Heilbronn

Seit über 30 Jahren steht die International Conference on Architecture of Computing Systems für Spitzenforschung in den Bereichen Computerarchitektur und Betriebssysteme. Im Herbst letzten Jahres war der TUM Campus Heilbronn erstmals Gastgeber der Konferenz.

132 000 Terabyte Festplattenkapazität und 14 Billiarden mathematische Operationen pro Sekunde: Im September 2022 wurde am Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ) in Hamburg der neue Supercomputer „Levante“ eingeweiht. Die dort ansässigen Forscherinnen und Forscher verfolgen ein großes Ziel: Sie wollen mithilfe des Rechners einen digitalen Zwilling unseres Planeten erstellen, um noch genauere Klimavorhersagen treffen zu können.

Wo Licht ist, ist aber auch Schatten. Im Fall von „Levante“ bedeutet das: Stromverbrauch – und das nicht zu knapp. Bei einer Anschlussleistung von etwa 2 MW ergibt sich ein Jahresverbrauch von 18 GWh. Das entsprach vor dem Krieg in der Ukraine Stromkosten von ca. 5 Millionen Euro. Der Preis für 2023 wird deutlich höher liegen. Selbst für das Klima wird sich dieses Geld womöglich nicht aufbringen lassen. Angesichts steigender Energiepreise drängt sich daher die Frage auf: Wie lassen sich diese komplexen Computersysteme optimieren, damit sie in Zukunft noch effizienter (und stromsparender) arbeiten?

TUM Campus Heilbronn als Gastgeber der ARCS 2022

Diese Fragestellung war Teil vieler Vorträge und Diskussionen der International Conference on Architecture of Computing Systems (ARCS 2022), die vom 13. bis 15. September 2022 erstmals in Heilbronn stattgefunden hat. Konferenzleiter Carsten Trinitis, Professor für Rechnerarchitektur und Betriebssysteme am TUM Campus Heilbronn, begrüßte die ausgewiesenen Expertinnen und Experten aus der ganzen Welt. „Die ARCS ist eine Konferenz mit großer internationaler Strahlkraft“, erklärte Prof. Trinitis. „Für unsere Fachkreise bietet sie den optimalen Rahmen, um sich persönlich auszutauschen, inspirierende Ideen zu teilen und mutige Ansätze zu fördern. Bahnbrechende Veränderungen erfordern es schließlich manch-

mal, auch über den Tellerrand zu schauen."

Die Themen, die in Heilbronn diskutiert wurden, sind zukunftsweisend, die Technologien vielleicht erst in 20 Jahren marktreif. Neben Energieeffizienz ging es beispielsweise auch um Organic Computing, also den Einsatz von selbstorganisierenden Systemen, die sich den jeweiligen Umgebungsbedürfnissen dynamisch anpassen. Als Vorbild dienen Strukturen und Methoden biologischer und anderer natürlicher Systeme. Dafür gab es auf der ARCS 2022 einen sogenannten Special Track – normalerweise ein Parallelprogramm zum Hauptteil der Konferenz. „Wir wollten ein Thema fördern und im Programm haben, das noch nicht Mainstream ist", betonte Prof. Martin Schulz, Lehrstuhlinhaber für Rechnerarchitektur und Parallele Systeme im Department für Computer Engineering in der TUM School of Computation, Information and Technology, der die Konferenz gemeinsam mit Prof. Trinitis leitete. „Wie sonst soll es eines Tages Mainstream werden, wenn es nicht in Fachkreisen diskutiert wird?"

Bei allen Themen gebe es grob zwei Herangehensweisen, erklärt Prof. Schulz: Die einen versuchen, aus der bestehenden Architektur der Computersysteme das Beste herauszuholen und optimieren ihre Software darauf. Die anderen wollen neue Architekturkonzepte entwickeln. „Das ist genau das Spannungsfeld der Konferenz", so Prof. Schulz. Die Hoffnung ist natürlich, dass sich entsprechende Ideen der Expertinnen und Experten über die künftige Architektur irgendwann bei den Herstellern durchsetzen.

Mit Quantencomputern in die Zukunft

In einem Bereich sind diese Hoffnungen besonders groß. Der Untertitel der ARCS 2022 lautete „Quantum Computing: The Dawning of a new Age?". Auch wenn noch nicht allzu viele Konferenzvorträge das Thema direkt berührten, könnte diese Prognose umfassender sein, als ursprünglich angenommen. Denn die Arbeit an Quantencomputern weist genau jene Eigenart auf, die in anderen Bereichen fehlt: „Zwischen den Herstellern von Quantencomputern und Anwendern gibt es einen intensiven Austausch", erklärt Karen Wintersberger, Teilnehmerin der Konferenz und Physikerin bei Siemens. „Wir hoffen, dass wir Quantencomputer künftig einsetzen können, um die Produktion zu optimieren", ergänzt sie. Denn das sind jene Anwendungsfälle, bei denen viele Daten und aufwendige Rechenoperationen anfallen. Aktuelle Quantencomputer sind jedoch noch zu leistungsschwach, das heißt, sie brauchen wesentlich mehr Qubits (elementare Recheneinheiten eines Quantencomputers, Anm. d. Red.), und sie funktionieren noch nicht fehlerfrei.

Bild: MATT STARK photography

Wann sich die großen Hoffnungen bestätigen, steht in den Sternen. Vielleicht werden es am Ende nicht die Quantencomputer selbst sein, die das neue Zeitalter einläuten, sondern die grenz- und fachübergreifende Zusammenarbeit, die anlässlich des erhofften Quantensprungs auf eine neue Ebene gehoben wurde.

PROF. DR.-ING. CHRISTIAN HOCHBERGER

Leiter des ITG Fachausschusses TI 1

ONLINE-SITZUNGEN DER ITG FACHGRUPPE „ANGEWANDTE INFORMATIONSTHEORIE"

Wissenschaftlicher Austausch zu angewandter Informationstheorie

Die ITG Fachgruppe „Angewandte Informationstheorie" (AIT) des Fachausschusses KT1 „Informations- und Systemtheorie" richtet zweimal jährlich Sitzungen zum wissenschaftlichen Austausch mit wechselnden Themenschwerpunkten aus. Im Jahr 2022 wurden die beiden Sitzungen erneut online durchgeführt.

Die 37. Sitzung der AIT fand am 5. Mai zu dem Forschungsthema „Intelligent Reflecting Surfaces (RIS)" statt und wurde gemeinsam mit Prof. Robert Schober (FAU Erlangen), Prof. Aydin Sezgin (RU Bochum) und Prof. Eduard Jorswieck (TU Braunschweig) organisiert. Das Programm bestand aus vier Impulsvorträgen und zwölf Präsentationen von verschiedenen Universitäten und Industrievertretern. In seinem Impulsvortrag hat Prof. Schober die Nutzung von RIS motiviert, ausgewählte Testbeds vorgestellt und die Modellierung der Optimierung von RIS-Systemen thematisiert. Prof. Sezgin beleuchtete in seinem Beitrag neue Ansätze zum Interferenzmanagement mithilfe von RIS-Systemen. Die Nutzung von RIS zur Ermöglichung von Kommunikationssystemen mit sehr hoher Zuverlässigkeit stellte Prof. Jorswieck in seinem Impulsvortrag vor. Prof. Thomas Zwick (KIT) beleuchtete aus Sicht der Hochfrequenztechnik die praktische Umsetzbarkeit von RIS-Systemen. Die sehr angeregten Diskussionen der mehr als 80 Teilnehmer aus Wissenschaft und Industrie haben den intensiven Informationsaustausch sehr unterstützt.

Die 38. Sitzung der AIT wurde gemeinsam mit Prof. Giuseppe Caire von der TU Berlin und Prof. Sławomir Stańczak vom Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut und der TU Berlin zu dem Thema „Innovations for 6G Communications" am 24. November durchgeführt. Ihre beiden Arbeitsgruppen haben dabei die Hälfte der insgesamt 22 Vorträge beigetragen.

Die Themen der Vorträge umfassten ein breites Spektrum und beinhalteten unter anderem neue Ansätze zur Steuerung des Medienzugangs, Nutzung von maschinellen Lernverfahren, Caching, Identifikation und Security. Das große Interesse an den Forschungsthemen zu 6G zeigte sich in der außerordentlich hohen Beteiligung mit mehr als 90 Teilnehmern aus Industrie und Wissenschaft.

Informationen zur Fachgruppe AIT werden auf der Webseite: https://www.ant.uni-bremen.de/ait/ zur Verfügung gestellt.

DR.-ING. DIRK WÜBBEN
Arbeitsbereich Nachrichtentechnik,
Universität Bremen

2. CARE REGIO NETZWERKTAG

CARE REGIO – vernetzt

Zehn Fachvorträge und knapp 60 Teilnehmende auf dem 2. CARE REGIO Netzwerktag

Nach dem erfolgreichen ersten Netzwerktag am 7. April fanden sich am Donnerstag, dem 19. Oktober 2022, erneut zahlreiche Teilnehmende zum 2. Netzwerktag des vom Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege geförderten Projektes CARE REGIO ein. Mit Beginn um 9:30 Uhr startete die Online-Veranstaltung mit drei Sessions und zehn Fachvorträgen rund um die Themen Pflege, Digitalisierung und Telemedizin. Dabei umfasste die Veranstaltung, die von der Koordinierungsstelle des Projekts CARE REGIO organisiert wurde, unter dem Titel „CARE REGIO – vernetzt“ Präsentation und Projekte von Vertretern aus ganz Deutschland.

Die Bandbreite der Beiträge reichte von Vorhaben mit starker Bürgernähe, wie etwa den Projekten „SilverScience“ des Instituts für Gesundheit und Generationen in Kempten oder „9x Ofra – Selbstbestimmt Wohnen in Oberfranken“, bis hin zu High-End-Wissenschaft mit Vorhaben zur technikgestützten Pflegeausbildung mittels Virtual Reality und digitalen bzw. robotischen Helfern, wie bei den Vorstellungen des Pflegeinnovationszentrums (PIZ) Oldenburg und des Pflegepraxiszentrums (PPZ) Freiburg. Davor leitete Prof. Petra Friedrich die Veranstaltung mit einem anschaulichen Überblick über die Entstehung und den aktuellen Stand im Verbundprojekt CARE REGIO ein. Im Anschluss gab es eine Live-Präsentation der Kemptener Forschungswohnung – dem Living Lab der Hochschule Kempten –, in der einzelne in der Wohnung verbaute Assistenztechnologien in ihrer Funktionsweise vorgestellt wurden.

Weitere Vorträge behandelten die Chancen einer verbesserten stationären Kommunikation und Orientierung durch eine 5G-Abdeckung (TH Deggendorf), Einsichten in die konkrete Erforschung neuer Technologien im Pflegealltag (PPZ Hannover) sowie Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit, Kommunikation und Politik von der AfA Sozialplanung in München und Prof. Daniel Buhr aus dem Projekt Pflege-Digital@BW.

In Fragen und Diskussionsbeiträgen herrschte große Einigkeit, dass eine partizipative Forschung unter Einbezug von Senioren und Pflegebedürftigen auf der einen und Pflegenden oder Auszubildenden auf der anderen Seite ein zentrales Anliegen der gemeinsamen Bemühungen sein sollte. So könne etwa durch enge Kommunikation zwischen Entwicklern und Nutzern eine deutlich größere Akzeptanz und Passgenauigkeit technischer Hilfsmittel gewährleistet werden.

Deutlich wurde auf der Veranstaltung am 19. Oktober überdies, dass eine große Nähe zur Bevölkerung zwar das wissenschaftliche Arbeiten komplexer macht, aber auf große Resonanz stößt und es hier eine Lücke zwischen Wissenschaftlichkeit und den Erwartungen und Sorgen der Pflegenden und Endanwender – mit der gebotenen Umsicht und Sensibilisierung – zu schließen gilt.

Neben weiteren Netzwerktagen im Jahr 2023 kündigte Petra Friedrich von der Hochschule Kempten auch bereits das geplante 7. Ambient Medicine® Forum an, das am 23. und 24. März 2023 in Kempten in Präsenz stattfinden wird und neben Fachvorträgen auch eine Industrieausstellung und einen Bürgertag mit dem Bayrischen Staatsminister für Gesundheit und Pflege Klaus Holetschek beinhalten wird. Mehr unter: https://care-regio.de/amf/.

Der VDE Arbeitskreis Medizintechnik & Lifescience Electronic (AKML) greift in Kooperation mit dem Steinbeis-Transferzentrum Medizinische Elektronik und Lab on Chip-Systeme und der Hochschule Kempten verschiedene Richtungen dieser Disziplin auf und stellt sie einer interessierten Öffentlichkeit vor. Prof. Dr.-Ing. Petra Friedrich leitet den ITG Fachausschuss DA 3 „Biomedizinische Informationstechnik“.

Mehr Informationen unter: https://www.vde.com/de/itg/arbeitsgebiete/fb-da-dienste-anwendungen

PROF. DR.-ING. PETRA FRIEDRICH
Gesamtleitung CARE REGIO, Hochschule Kempten
Leiterin ITG Fachausschuss DA 3

Bild: Hochschule Kempten

Auf dem 2. CARE REGIO Netzwerktag präsentierten sich Projekte aus ganz Deutschland

IWAENC 2022

Lieber später als virtuell – International Workshop on Acoustic Signal Enhancement (IWAENC) in Bamberg

Auf dem 17. International Workshop on Acoustic Signal Enhancement (IWAENC 2022) tauschten sich vom 5. bis 8. September 2022 Fachleute aus Wissenschaft und Industrie über aktuelle Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Sprach- und Audiosignalverarbeitung aus. Geleitet wurde die Veranstaltung vom „General Chair" Prof. Walter Kellermann vom Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg.

Nach zweimaliger Pandemie-bedingter Verschiebung konnte mit ca. 200 Teilnehmern vor Ort der traditionelle Charakter dieser seit 1989 bestehenden Konferenz gewahrt werden, sodass die meisten der Wissenschaftler aus 20 Ländern und vier Kontinenten erstmals nach mehreren Jahren wieder den unmittelbaren persönlichen Austausch genießen konnten.

Unterstützt wurde der Workshop neben der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) des VDE, der European Association for Signal Processing (EURASIP) und der IEEE Signal Processing Society (SPS) als technische Co-Sponsoren außerdem von zahlreichen Sponsoren aus der Wirtschaft, was auch die hohe Relevanz der behandelten Themen widerspiegelte.

Wissenschaftliche Höhepunkte stellten drei exzellente „Keynote lectures" dar: Gary Elko (mh acoustics, USA) präsentierte „The evolution of microphone array beamformers" von den ersten Systemen aus der Zeit des Ersten Weltkriegs bis hin zu den aktuellsten „Wearables", Shoko Araki (NTT, Japan) analysierte und illustrierte in „Pushing the limits of speech enhancement technology" die jüngsten von Deep Learning geprägten Ansätze zur Sprachverbesserung für Dialogsysteme und schließlich zeigte Toon van Waterschoot mit „Spatial acquisition, digital archiving, and interactive auralization of church acoustics" anhand der komplexen Akustik von Kirchen die Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Erfassung komplexer akustischer Szenarios auf.

Neben fast 90 viel besuchten Posterpräsentationen wurden sechs ausgewählte Konferenzbeiträge in einer zentralen Vortragssitzung vorgestellt und Tobias Cord-Landwehr (Universität Paderborn) wurde für seinen Beitrag „Monaural Source Separation: From Anechoic to Reverberant Environments" mit dem „Best Student Paper Award" ausgezeichnet. Als weitere Kernkomponente des Workshops fanden auch die neun hochprofessionellen Demonstrationen überwiegend industrieller Aussteller großes Interesse.

Teilnehmer des IWAENC 2022 in Bamberg

Unmittelbar vor dem IWAENC 2022 veranstalteten die DFG-Forschergruppe „Acoustic Sensor Networks" und das Marie Sklodowska-Curie Actions European Training Network „SOUNDS" gemeinsam einen „Satellite Workshop" zum Thema „Signal Processing and Machine Learning for Spatially Distributed Microphones", der mit 130 registrierten Teilnehmern schon eine unerwartet große Resonanz fand.

Einem „Keynote Talk" von Tuomas Virtanen (Tampere University) über „Detection and Localization of Sound Events" folgten zwei Übersichtsvorträge sowie eine Sitzung mit Posterpräsentationen und Demonstrationen, mit denen die Wissenschaftler der o. g. Netzwerke ihre Forschungsarbeiten vorstellten.

Neben der technischen Exzellenz ist der IWAENC auch für sein traditionell besonders attraktives Beiprogramm bekannt. Nach Pandemie-bedingtem Ausfall des IWAENC 2020 wollten die Organisatoren Versäumtes nachholen und hohe Erwartungen erfüllen: Nach der von professionellen Jazzmusikern untermalten „Welcome Reception" wurden Führungen durch Bamberg als Weltkulturerbe und als Zentrum des Bierbrauens von herrlich warmen Spätsommerabenden begünstigt. Den eindrucksvollen Höhepunkt bildete das Bankett im Schloss Weißenstein, mit Barockmusik begleitet von Künstlern der Nürnberger Hochschule für Musik.

Weitere Informationen unter https://iwaenc2022.org

PROF. DR.-ING. WALTER KELLERMANN
DR.-ING. HEINRICH LÖLLMANN
Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung, FAU Erlangen-Nürnberg

IVEW 2022

Neueste Entwicklungen der Vakuumelektronik

Am 2. und 3. September 2022 wurde „The 8th ITG International Vacuum Electronics Workshop 2022“ wieder als Präsenzveranstaltung im Physikzentrum Bad Honnef erfolgreich durchgeführt.

Bild: Dirk Guthy-Rahn, Physikzentrum Bad Honnef

Teilnehmer des ITG Workshops zur Vakuumelektronik vor dem Physikzentrum in Bad Honnef

Die Workshops zur Vakuumelektronik werden seit 2008 im zweijährigen Rhythmus vom ITG Fachausschuss MN 6 „Vakuumelektronik und Displays“ des VDE organisiert, wobei der vorhergehende Workshop im Jahr 2020 aufgrund der Corona-Pandemie ausnahmsweise als Videokonferenz stattfand, wie im Heft 1/2021 der ITG News berichtet.

Die Mitglieder des ITG Fachausschusses MN 6 wirkten als Organisationskomitee und die fachliche Vorbereitung des Workshops startete vor einem Jahr mit der Erarbeitung des „Call for Papers“. Danach wurden in erster Linie hochwertige Vorträge in den verschiedenen Fachkollegenkreisen der Vakuumelektronik akquiriert und alle Vortragseinreichungen im Mai 2022 bewertet. Das Programm, die Abstracts und die Folien der 27 Vorträge des Workshops, an dem 38 Expertinnen und Experten teilgenommen haben, sind verfügbar unter: https://www.ihm.kit.edu/VDE-ITG_FA_MN6.php

Zur fachlichen Orientierung: In sieben Sessions mit durchschnittlich vier Vorträgen wurden Übersichten zum neusten Stand der Technik und Forschungsergebnisse zu den verschiedensten Fachgebieten der Vakuumelektronik (Konferenzsprache Englisch) vorgestellt:

1. Thermionic and Field Emission Cathodes (I)
2. Gyrotrons (I)
3. Gyrotrons (II) and Electric Propulsion
4. Vacuum Interrupters
5. Traveling Wave Tubes (TWTs) and E-Beam Technologies
6. Vacuum Measurements and Field Emission Cathodes (II)
7. Plasma Technologies and Field Emission Cathodes (III)

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

Erstmals war auch von der OTH Regensburg eine größere Gruppe junger Wissenschaftler dabei, die ihre Forschungsergebnisse zur Vakuumnanoelektronik vorstellten, wobei neue Elektronenquellen mit Feldemissionskathoden in MEMS-Technik für Anwendungen in der Vakuumdruckmess- und Röntgentechnik hervorzuheben sind. Die Vorträge zu Vakuumschalter zeigen, wie wichtig die Weiterentwicklungen zu höheren Schaltspannungen sind, damit Schalter mit dem umweltschädlichen Isoliergas SF_6 abgelöst werden können. Allen Beteiligten herzlichen Dank für die hochinteressanten Vorträge und ihren Beitrag zum Erfolg des Workshops.

Wir möchten die Gelegenheit nutzen, uns an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit bei Herrn Nicolas Parisel vom VDE Konferenz Service und beim Team des Physikzentrums Bad Honnef zu bedanken. Unter Leitung von Dr. Victor Gomer und Dirk Guthy-Rahn wurden im PBH wieder die Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Durchführung des Workshops gegeben, der allen in angenehmer Erinnerung bleibt.

Dank auch allen Mitgliedern und aktiven Gästen des ITG Fachausschusses MN 6 für die hervorragende Fach- und Vereinsarbeit der letzten Jahre, insbesondere im Zusammenhang mit der Vorbereitung und Durchführung des „The 8th ITG International Vacuum Electronics Workshop 2022“. Besonderen Dank an Co-Chairman Prof. Manfred Thumm, der bei der Programmauswahl und -gestaltung eine große Hilfe war.

Als Vorschau: Für Herbst 2024 ist der nächste ITG Workshop im PBH vorgemerkt und für das Jahr 2026 ist eine gemeinsame Konferenz mit der 16th IVeSC 2026 in Planung.

DR.-ING. WOLFRAM KNAPP
Chairman 8th IVEW 2022
Sprecher des ITG Fachauschusses MN 6

FUNK IM ÖFFENTLICHEN VERKEHR

Moderne Funkverfahren im öffentlichen Verkehr

Die öffentliche Diskussionssitzung „Funk im öffentlichen Verkehr“ des ITG Fachausschusses HF 2 „Funksysteme“ fand am 16. September 2022 als hybride Veranstaltung statt.

Präsenzteilnehmer der öffentlichen Diskussionssitzung „Funk im öffentlichen Verkehr“, die als hybride Veranstaltung im VDE-Haus in Berlin stattfand

Drahtlose Übertragungssysteme spielen im öffentlichen Verkehr eine wichtige Rolle, um den reibungslosen Betrieb von Bahnen, Tram und Bussen zu gewährleisten. Mit seiner öffentlichen Diskussionssitzung „Funk im öffentlichen Verkehr“ widmete sich der VDE ITG Fachausschuss HF 2 modernen Funkverfahren für den Nah- und Fernverkehr der Bahn sowie für U-Bahnen, Tram und Busse der lokalen Verkehrsbetriebe. Die Veranstaltung wurde von Herrn Milan Popovic und Prof. Dr. Uwe-Carsten Fiebig organisiert und fand im VDE-Haus in Berlin als hybride Veranstaltung im Vorfeld der Messe Innotrans mit ca. 40 Teilnehmern statt.

Die Diskussionssitzung zeigte auf, wie vielfältig die heute eingesetzten Verfahren im öffentlichen Verkehr sind. Dabei gibt es insbesondere bei den lokalen, meist städtischen Verkehrsbetrieben eine Fülle individueller Lösungen, während im Bereich Eisenbahn landesweit einheitliche Systeme im Einsatz sind und eine baldige, europaweite Harmonisierung angestrebt wird.

Die Vortragenden präsentierten, welche teilweise komplexen Rahmenbedingungen für durchgängige Funklösungen im urbanen Raum bestehen und mit welchen Kommunikationslösungen man die vielfältigen Anwendungen umsetzt, die von der Signalanlagensteuerung bis zum Infotainment der Fahrgäste reichen. Die Eisenbahn wiederum hat sich europaweit darauf verständigt, den nächsten Schritt der Modernisierung – FRMCS (future railway mobile communication system) – einheitlich mittels 5G zu realisieren. In entsprechenden Testumgebungen und im Rahmen europäischer Forschungsinitiativen wird diese Modernisierung vorbereitet.

Für ein neues, bereits bei einigen Lokalbahnen erfolgreich eingesetztes Kollisionswarnsystem für Züge werden mittels Tetra direkte Funkverbindungen zwischen Zügen aufgebaut. Mit einem Blick in die weitere Zukunft wurden künftige Bahnkonzepte wie das virtuelle Kuppeln vorgestellt, das neue, äußerst sichere, robuste und latenzarme Kommunikationsverfahren zwischen Zügen benötigt. Schließlich wurde im finalen Vortrag vorgeschlagen, neue Frequenzbereiche im THz-Bereich für innovative, hochratige Anwendungen der Zukunft zu nutzen.

Die nächste Diskussionssitzung des Fachausschusses HF 2 findet am 23.3.2023 in Ilmenau zum Thema „Moderne Mess- und Testverfahren für drahtlose Übertragungssysteme – Dem Funk auf der Spur“ statt.

DIPL.-ING. MILAN POPOVIC
CESTRON International GmbH
ITG Fachausschuss HF 2

PROF. DR.-ING. UWE-CARSTEN FIEBIG
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

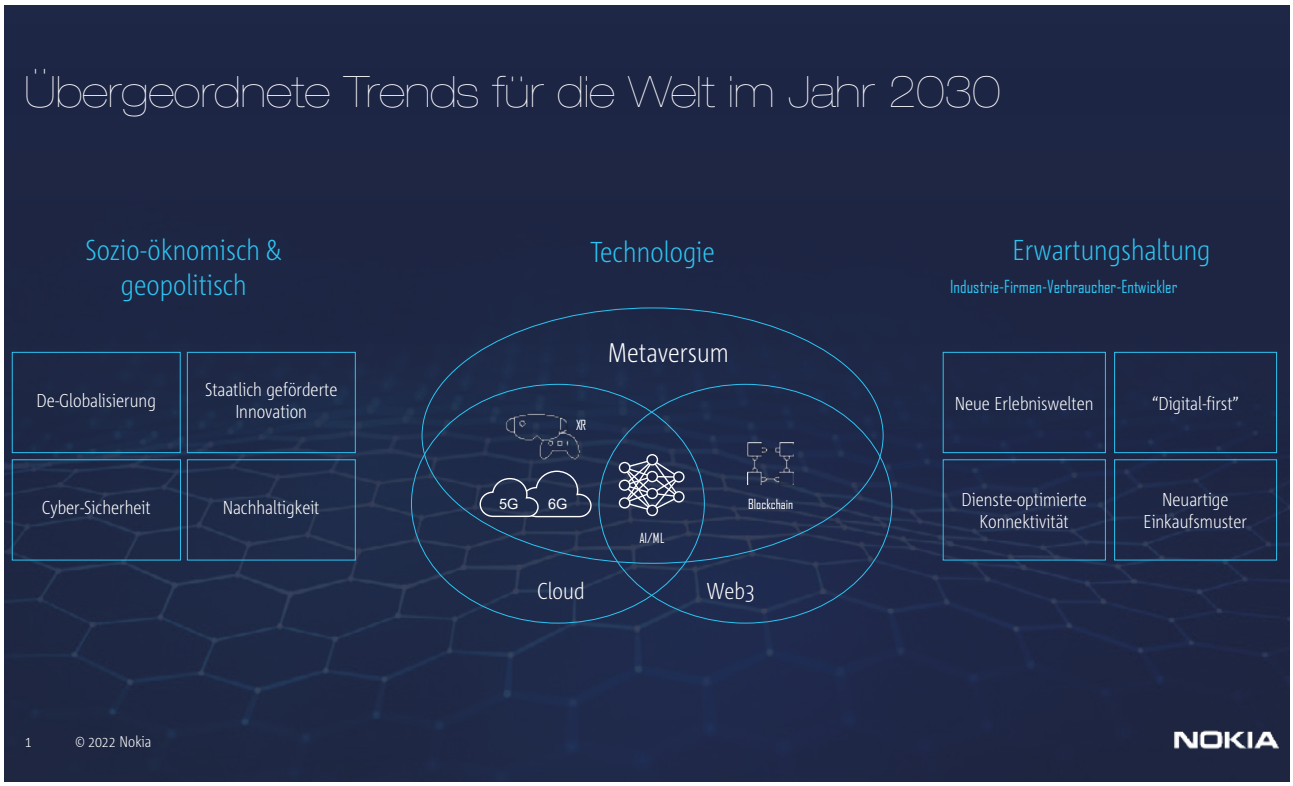


Bild 1: Trends: Sozioökonomische und geopolitische Veränderungen, Technologietransformation und neuartige Erwartungshaltung von Nutzern und Gesellschaft

ERWEITERTE REALITÄT UND METAVERSUM

Technologievision 2030 – alles „meta“ oder was?

Drei übergeordnete Trends bestimmen die 2030er-Jahre.

Die 2030er-Jahre werden geprägt sein von übergeordneten Trends, die sich gliedern lassen in sozioökonomische sowie geopolitische Veränderungen, Technologietransformation und neuartige Erwartungshaltung von Nutzern und Gesellschaft. Bild 1 zeigt einen Überblick über diese Trends, welche die Anforderungen an Ökosysteme und Netze der Zukunft prägen werden.

Die Risiken einer fortschreitenden De-Globalisierung sind dieser Tage deutlich erkennbar und können die Arbeit der gemeinsamen weltweiten Standardisierungsorganisationen, wie des „3rd Generation Partnership Project“ (3GPP[1]), negativ beeinflussen. Den Herausforderungen an Resilienz und Cybersicherheit kommt in diesem Zusammenhang nochmals mehr Bedeutung zu und über die bereits bekannten, durch Cyberkriminelle verursachten Schäden hinaus. Die Marktgröße für den Bereich der Cybersicherheit wird auf ein Volumen von 430 Milliarden US-Dollar im Jahr 2030 anwachsen, mit einer mehr als zwölfprozentigen jährlichen Wachstumsrate („Compound Annual Growth Rate“).

Gleichzeitig spielen Staaten und Regierungen eine zunehmend bestimmende Rolle für Forschung und Entwicklung von Netzen und Kommunikationstechnologien, nicht zuletzt motiviert durch Zielsetzungen der strategischen Autonomie und Diversität von Lieferketten.

Von höchster Relevanz sind die Zielsetzungen der Nachhaltigkeit wie insbesondere Energieeffizienz und die massive Reduktion der Emission von Treibhausgasen. In den Jahren von 2019 bis 2030 wird der IuK-Sektor seine Treibhausgasemissionen um 50 Prozent reduzieren bei einem gleichzeitig um Faktor 27 wachsenden Datenverkehr in den Netzen. Wesentlich ist der mögliche mittelbare „Handabdruck“, d.h. der positive Einfluss auf Energieverbrauch und CO_2-Emission der IuK-Technologien für Industrie und Firmenkunden.

Szenarien des künftigen Metaversums im ganzheitlichen Sinne beinhalten Anwendungsfälle für Konsu-

[1] 3GPP ist ein weltweiter Zusammenschluss von Standardisierungsgremien für die Standardisierung im Mobilfunk.

menten, Industrie und Firmenkunden, wie im nächsten Abschnitt näher beschrieben wird. Die technologische Basis für diese Anwendungsfälle der erweiterten Realität bilden überall verfügbare cloudbasierte Rechnerleistung, die weltweit voll ausgebauten 5G-Netze und Glasfasernetze, zukünftige 6G-Netze und Glasfasernetze der nächsten Generation. Zudem erlauben neuartige Mensch-Maschine-Schnittstellen und Endgeräte, wissensbasierte Systeme unter weitestgehender Nutzung von Künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen sowie die softwarebasierten Transformationen des neuen Web3 und der verteilten Ledger („distributed ledger" und „blockchain") eine weitaus effizientere Nutzung der Kommunikationstechnologien.

Erwartungshaltungen von Gesellschaft und Nutzern sind eng verzahnt mit den bereits beschriebenen sozioökonomischen und geostrategischen Veränderungen. Gleichzeitig wird es um die Schaffung neuartiger Erlebniswelten sowie Dienste-optimierte Konnektivität, Etablierung eines Paradigmas der digitalen Durchgängigkeit („digital first") und auch neuartige Einkaufsmuster gehen, welche durch die Wirtschaft der virtuellen Aktiva und Vermögenswerte beflügelt werden.

Neue Möglichkeiten durch Verschmelzen der digitalen und physischen Welt

Die Möglichkeiten des künftigen Metaversums für Endkunden, Industrie- und Firmenkunden lassen sich am besten mithilfe von Konzepten beschreiben, welche das Metaversum erst möglich machen. Diese lassen sich in die Erweiterung menschlicher Möglichkeiten sowie die Bausteine gliedern, welche das Verschmelzen von digitaler und physischer Welt ermöglichen.

Ausgehend von den bereits heute verfügbaren Endgeräten, wie Head-Mounted-Displays mit Fähigkeiten der virtuellen Realität, Datenbrillen der erweiterten Realität sowie von Kontrollinstrumenten der haptischen Fernsteuerung, lassen sich die zukünftigen Möglichkeiten bereits heute erahnen. Neben neuartigen Implantaten für medizinische Zwecke sowie Exoskeletten für das industrielle Umfeld werden menschliche Möglichkeiten der erweiterten X-Realität („eXtended Reality", XR) maßgeblich erweitert werden. Die geschieht durch ergonomische XR-Brillen und eine weitgehende XR-Interoperabilität. XR schließt die Anwendungsfälle der virtuellen („Virtual Reality"), gemischten („Mixed Reality") und angereicherten Realität („Augmented Reality") mit ein.

Startpunkt für die zu erwartende Verschmelzung von digitalen und physikalischen Welten sind digitale Zwillinge der ersten Generation, smarte Sensor-Netzwerke und die mögliche Nutzung von virtuellen Welten und Objekten. In den 2030er-Jahren werden hochkomplexe digitale Zwillinge, zugehörige Ökosysteme mit interaktiver Schnittstellen-Interoperabilität, insbesondere unterstützt durch die geplante Sensorfunktion von 6G-Netzen, verfügbar sein.

Voraussetzungen für neue Dienste: Es gibt neue Anforderungen an die Netze

Viele der zu erwartenden Metadienste der 2030er-Jahre werden technische Leistungsparameter voraussetzen, welche über die weitere Evolution von 5G hinausgehen und sich somit mit 6G und der nächsten Generation der Netze assoziieren lassen. Das schließt insbesondere Glasfaser-basierte Lösungen ein wie passive optische Netze für Zwecke des „Backhauling" und mit mehr als 100 Gbit/s Datendurchsatz. Anwendungsfälle, wie etwa immersive Telepräsenz, erweiterte Realität und

Bild 2: Erweiterung menschlicher Möglichkeiten und die Fusion von digitalen und physischen Welten für die Nutzbarmachung des Metaversums

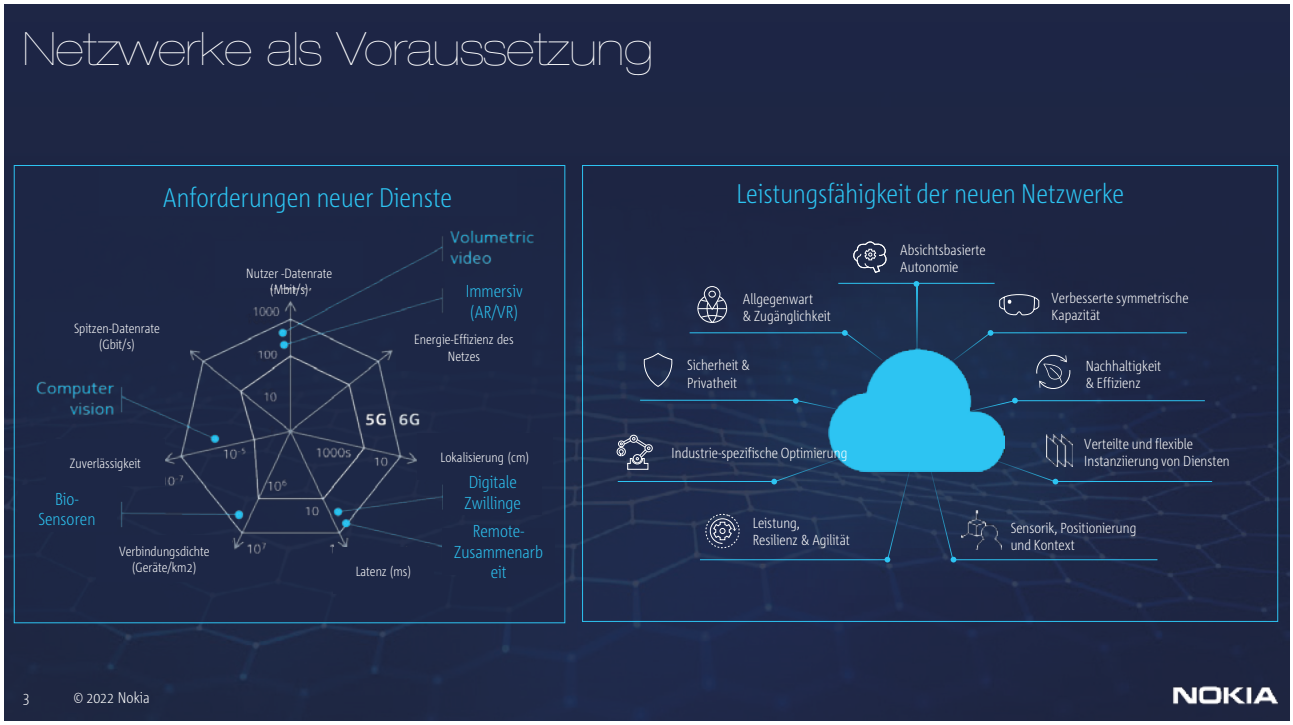


Bild 3: Neue Anforderungen und neue Fähigkeiten der Netze

holographische Kommunikation, werden oft mehr als 100 Gbit/s Datendurchsatz benötigen. Komplexe Szenarien digitaler Zwillingssysteme und kollaborierende Roboter werden ein Echtzeitverhalten im Extremfall von weniger als eine Millisekunde erfordern. Biosensoren und medizinische Subnetze im menschlichen Körper könnten Sensordichten pro Quadratkilometer von mehr als einer Million nötig machen.

Wie in [1] beschrieben, gilt es sechs Schlüsseltechnologien weiter zu erforschen und für 6G-Netze nutzbar zu machen, um die Anwendungsfälle des 6G-Zeitalters und damit einhergehende Leistungsanforderungen zu ermöglichen. Der linke Teil von **Bild 3** zeigt einen Überblick über diese neuen Leistungsanforderungen.

Im rechten Teil des Bilds sind die neuen Leistungsattribute ganzheitlich dargestellt. Metaversums-Dienste der erweiterten Realität werden symmetrische Anforderungen an das Hoch- und Herunterladen von Daten („uplink“ und „downlink“) erforderlich machen. Nachhaltigkeit und insbesondere Energieeffizienz werden als Entwurfskriterien zentrale Bedeutung haben. Basierend auf räumlich verteilten Cloud-Datenzentren sollen Dienste in optimierter Form flexibel und über die Topologie verteilt instanziiert und skaliert werden.

Kommunikationsnetze der 2030er-Jahre werden für Kommunikation wie auch Sensorik in integrierter Form entworfen werden („joint communications and sensing“), sodass sich neue Möglichkeiten für Positionierung und Prozesssteuerung insbesondere im industriellen Umfeld ergeben. Resilienz und Agilität müssen Hand in Hand gehen und gleichzeitig sind diese herausragenden Leistungsanforderungen für typischerweise industrielle und typischerweise lokalisierte Netze bzw. Teilnetze optimiert.

Neben Netzzugang und Verfügbarkeit kommen den Attributen der Sicherheit und der Privatheit überragende Bedeutung zu; es ist mit falschen digitalen Zwillingen ebenso wie mit dem Angriff auf Netzinfrastruktur und Microservices-Architektur durch bösartig manipulierende Aktoren zu rechnen. Die noch weiter gehende Automatisierung lässt sich mit dem Begriff der absichtsgesteuerten Autonomie beschreiben – der Nutzer benötigt kein weiteres Wissen mehr über Leistungsparameter und technische Dienste-Voraussetzungen. Um diese neuen Fähigkeit in die bestehenden Netze zu bekommen, bedarf es einer Transformation, die mit dem Beginn der 2020er-Jahre bereits begonnen hat.

Transformation der Netze

Die übergeordneten Themen der Netztransformation sind in **Bild 4** dargestellt. Neben der zunehmenden Bedeutung von Teilnetzen mit hochspezifischen Anforderungen wird das Paradigma der Netze der Zukunft von neuartigen Ansätzen wie dem Konzept des Netz-der-Netze („network of networks“) sowie der abstrahierten Bereitstellung von Netzen als Dienst („Network-as-a-Service“, NaaS) bestimmt.

5G- und 6G-basierte Teilnetze mit räumlich verteilter Cloud-Infrastruktur für oftmals lokale und hochspezialisierte Abdeckung, wie z.B. für Industriegebiete und verdichtete Campus-Zonen, werden es erlauben, die Weitverkehrsnetze zu entlasten und zu ergänzen. Die geforderte Service-Qualität kann optimiert nach Ort und Zeit bereitgestellt werden, Netze und Funktionen werden nach der Anforderung spezifischer Anwendungen gestaltet und extreme Leistungsattribute lassen sich lokal unterstützen [1].

Beispiele für hochoptimierte Teilnetze mit zeit- und missionskritischen Leistungsmerkmalen sind im Umfeld

industrieller Steuerungen zu finden. Weitere Beispiele sind in zunehmend autonom bewegten Fahrzeugen oder auch im menschlichen Körper für die Zwecke einer ganzheitlichen medizinischen Überwachung und gegebenenfalls therapeutischen Intervention zu finden.

Das Konzept des Netzes der Netze beschreibt die Struktur von miteinander kollaborierenden Netzebenen, welche umfassende und optimierte Attribute der Leistung und Abdeckung unter Einschluss insbesondere von nicht terrestrischen Netzen bereitstellen. In diesem Zusammenhang werden die nahtlose Integration in ein heterogenes Gesamtnetz von WLAN, 4G, 5G, 6G, nicht terrestrischen und glasfaserbasierten Zugangs- und Backhaul-Technologien ebenso wie das voll integrierte Zusammenspiel von Endgeräten und Edge-Clouds wesentlich sein.

Von fundamentaler Bedeutung wird die Umsetzung des Paradigmas sein, das Netz als Dienst anzubieten. Aufbauend auf den Diensten und standardisierten Programmierschnittstellen („Application Programming Interface“, API) für Infrastruktur und Plattform wird NaaS ermöglichen, Netze und Betriebs-APIs ebenso wie APIs und Anwendungen bereitzustellen, die das Netz gewissermaßen als Code für Softwareentwickler zugänglich machen werden („Network as Code“). Mit diesem „Network as Code“ sind somit Techniken gemeint, die die Bereitstellung von Kommunikationsnetz-Ressourcen wie auch von Rechnerleistung als Teil der Bereitstellung der Anwendungen auf den cloudbasierten Netzplattformen beschreiben.

Das Metaverse hat schon begonnen

Erste Anwendungsfälle des Metaversums befinden sich zunehmend in der Umsetzung: Erweiterte X-Realität unter Einschluss von Anwendungsszenarien der angereicherten, virtuellen und gemischten Realität haben bereits heute eine absehbar große Bedeutung für Endkunden, Industrie und Firmen. Die in Deutschland erfolgreich gestarteten und geförderten 6G-Forschungsanstrengungen sind ein wesentlicher technologischer Wegbereiter für komplexe Szenarien des Metaversums der Zukunft und die vorwettbewerbliche Zusammenarbeit im Rahmen der deutschen 6G-Plattform und des 6G-Hubs [2] ist vielversprechend. Es geht darum, neue und nachhaltige Impulse durch die Entwicklung von Netzen und Teilnetzen mit hochspezialisierten Leistungsmerkmalen und den damit einhergehenden neuartigen Anwendungsfällen des Metaversums im weiteren Sinne zu setzen.

Mithilfe der beschriebenen Bausteine der Netztransformation wird es gelingen, die Anforderungen der Zukunft an Leistung, Nachhaltigkeit und Sicherheit zu erreichen. Damit wird es möglich sein, das Ziel einer digitalen Transformation im privaten und auch im öffentlichen Sektor zu erreichen. Denn dieses hängt stark davon ab, wie viele neue und werthaltige Anwendungsszenarien für Verbraucher und Unternehmen aller Branchen entstehen können.

Bleibt die Frage zu stellen, wer am besten dazu beitragen kann, die Chancen des Metaversums zu verstehen und zu gestalten. Es ist die Generation der heute 20- bis 25-Jährigen, die sogenannte Generation Z („Gen Z“), die von Kindheit an mit Internet, netzbasierten Computerspielen und digitalen sozialen Diensten aufgewachsen ist [3]. Viele Vertreter der Gen Z sind nicht nur enthusiastisch mit Blick auf die zukünftigen Möglichkeiten des Metaversums, sondern sie fordern die Gestaltung von Metadiensten zum Wohl der Gesellschaft und der Bereitstellung eines gleich-

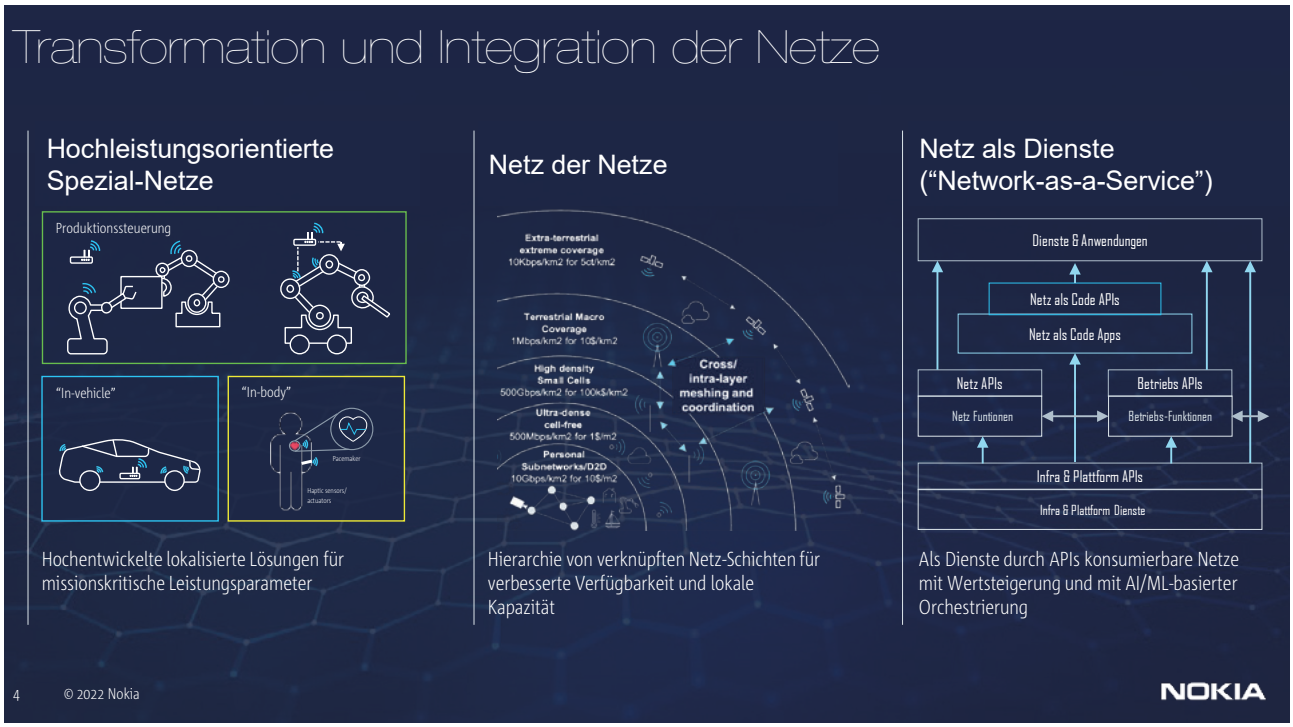


Bild 4: Netze im Zeitalter des Metaversums

berechtigten Zugangs zu diesen Metadiensten für alle.

Referenzen

[1] Ziegler, V.: 6G – Aufbruch zur Vernetzung neuer Welten – Kommunikation für die 2030er-Jahre. ITG News 3-4/2020, S. 26–29

[2] 6G Plattform: https://www.6g-platform.com. (24. 10. 2022)

[3] Ipsos, Nokia: Gen Z and the metaverse. https://www.nokia.com/networks/insights/metaverse/ (8. 11. 2022)

DR.-ING. VOLKER ZIEGLER
Senior Technology Advisor, Chief Architect
Nokia

SATELLITENGESTÜTZTE ERDBEOBACHTUNG UND AUFKLÄRUNG

TanDEM-X & Tandem-L: 3D-Radaraufnahmen revolutionieren die Umwelt- und Klimaüberwachung

Als der Radarsatellit TanDEM-X am 21. Juni 2010 startete, begann eine neue Ära in der Radarfernerkundung.

Seit TanDEM-X im engen Formationsflug mit seinem drei Jahre älteren „Zwilling“ TerraSAR-X die Erde umkreist, bilden die beiden Satelliten ein bistatisches Single-Pass-Interferometer im All. Der Abstand zwischen den Zwillingssatelliten variiert je nach Missionsphase zwischen mehreren Kilometern und zeitweise nur 120 Metern. Das ermöglicht den Radarsensoren eine 3D-Sicht auf die Erde und die dreidimensionale Erfassung der Geländestruktur mit nur einem Überflug – eine in dieser Realisierung bislang weltweit einzigartige Weltraummission. Die daraus abgeleiteten Höhenmodelle stellen eine unentbehrliche Grundlage für viele kommerzielle Anwendungen und wissenschaftliche Fragestellungen dar. Die Mission TanDEM-X liefert so wertvolle Beiträge zu gesellschaftlich relevanten Themen, wie beispielsweise Umweltschutz und Auswirkungen des Klimawandels, und gewinnt mit zunehmender Dauer weiter an Wert.

Bild: DLR

Bild 1: Die Satelliten TanDEM-X und TerraSAR-X im engen Formationsflug

Für weite Teile der Erde existierten zuvor nur grobe, uneinheitliche oder lückenhafte Höhenmodelle aus unterschiedlichen Datenquellen und Erhebungsmethoden. Die Mission TanDEM-X hatte die Aufgabe, diese Lücken zu schließen und ein digitales Höhenmodell der gesamten Landoberfläche der Erde in einheitlicher Qualität und bislang unerreichter Genauigkeit zu erzeugen. Das Radarinterferometer mit den zwei Satelliten im Formationsflug ermöglicht dabei im Vergleich zum konventionellen Stereoverfahren eine deutliche Steigerung der erzielbaren Höhengenauigkeit. Dazu sendet während einer Aufnahme immer nur einer der beiden Satelliten, wohingegen beide die von der Erdoberfläche reflektierten Echosignale empfangen. Aufgrund der leicht unterschiedlichen Orbitposition beider Satelliten ergeben sich Entfernungsunterschiede zu einem Punkt auf der Erdoberfläche, die mittels Interferometrie – der Auswertung der Phase der Radarwellen – millimetergenau bestimmt werden können. Mit genauer Kenntnis des Abstands der Satelliten, der sogenannten Basislinie, wird so im Bodensegment des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit einem aufwendigen Rechenverfahren die Höhe der Erdoberfläche bestimmt.

Teamwork in höchster Präzision

Hier ist äußerste Präzision gefragt: Der Abstand der Satelliten muss mit hochgenauen GPS-Empfängern millimetergenau erfasst und die Radarsys-

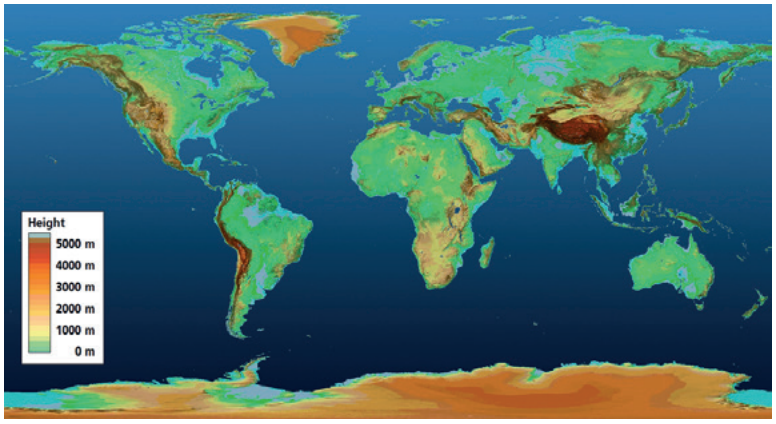


Bild: DLR

Bild 2: Das globale TanDEM-X-DEM, das seit September 2016 für kommerzielle und wissenschaftliche Anwendungen zur Verfügung steht

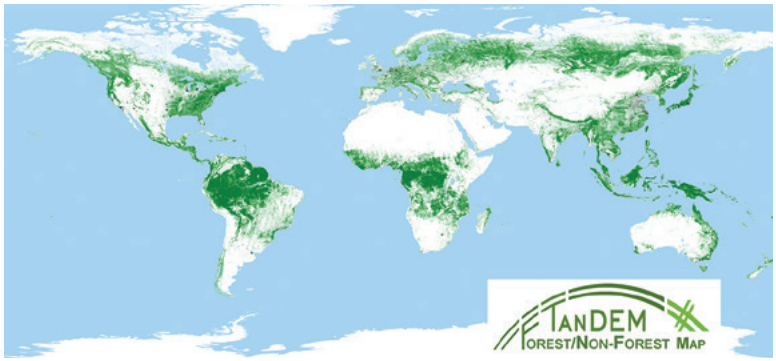


Bild: DLR, Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme

Bild 3: Globale TanDEM-X-Waldkarte

teme auf Bruchteile von Picosekunden synchronisiert werden. Leicht unterschiedliche Laufzeiten in der Radarelektronik werden hochgenau kalibriert; dabei werden sogar relativistische Effekte berücksichtigt. Das Ergebnis ist ein digitales Höhenmodell (engl. Digital Elevation Model, DEM) – ein digitaler Datensatz, der die Höheninformation der Geländepunkte in einem regelmäßigen Raster repräsentiert.

Für das globale DEM wurden von 2011 bis 2015 sämtliche Landoberflächen der Erde zweimal mit Satellitenformationen von unterschiedlichen Abständen kartiert, gebirgige Gebiete sogar bis zu sechsmal. Die Kombination dieser Messungen erleichtert die Berechnung des Höhenmodells und trägt somit zur Steigerung der Genauigkeit bei. Bei der Prozessierung wurden insgesamt 2 500 Terabyte an Radardaten verarbeitet. Das finale, globale TanDEM-X-DEM umfasst circa 25 Terabyte und deckt die gesamte Landmasse der Erde ab. Das sind knapp 150 Millionen Quadratkilometer, unterteilt in ein Raster von 0,4 mal 0,4 Bogensekunden, was etwa 12 mal 12 Metern entspricht. Der gesamte Datensatz ist in mehr als 19 000 Einheiten portioniert, sogenannten Geozellen von einem mal einem Grad in Breite und Länge. Das entspricht im Breitengradbereich Europas etwa einer Fläche von 100 mal 100 Kilometern. Der absolute Höhenfehler beträgt etwa einen Meter und liegt damit um eine Größenordnung unterhalb der ursprünglichen Spezifikation von zehn Metern.

Hochgenaue Karten von Wäldern

Seit der Fertigstellung des globalen TanDEM-X-DEM in 2016 werden die Höhendaten intensiv genutzt. Die Produktvarianten im Rastermaß von 12 und 30 Metern sind für die Wissenschaft im Rahmen eines Antragsverfahrens über das DLR-Webportal (https://tandemx-science.dlr.de) zugänglich und werden von mehr als 4 000 Wissenschaftlern aus 97 Ländern verwendet. Der Schwerpunkt des wissenschaftlichen Interesses liegt naturgemäß bei den Geowissenschaften, wie der Geologie, Glaziologie, Ozeanografie oder Hydrologie. Aber auch Anwender, die sich mit der Beobachtung von Vegetation, Umweltschutz, Landnutzung, Städte- und Infrastrukturplanung, Kartografie und mit Krisenmanagement befassen, greifen auf die umfangreichen Datensätze zu und werten sie nach ihren Bedürfnissen aus. Eine weitere Produktvariante weist ein gröberes Raster von 90 Metern auf und ist für wissenschaftliche Zwecke nach einfacher Registrierung ohne aufwendiges Antragsverfahren frei verfügbar (https://geoservice.dlr.de).

Die gesammelten Daten sind nicht nur hinsichtlich ihres Umfangs beeindruckend, sondern auch hinsichtlich der Informationstiefe. Diese ermöglicht zusätzliche Auswertungen im globalen Maßstab, die über die reine Kartierung und Höhenbestimmung

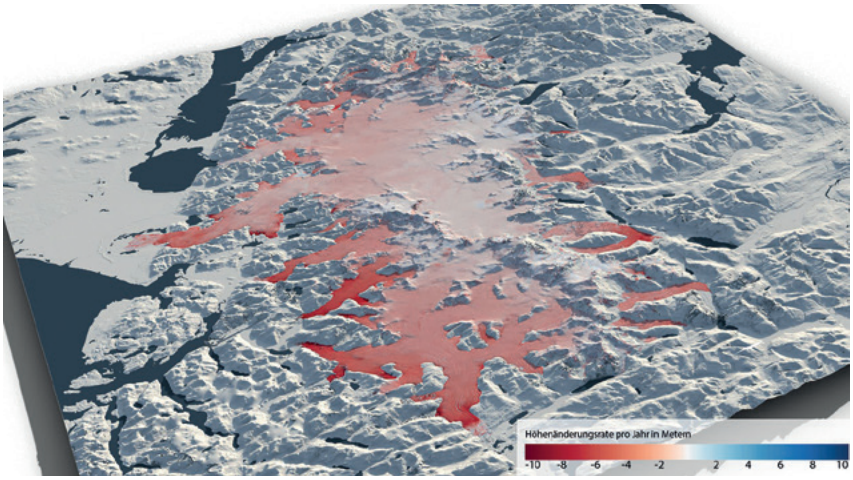
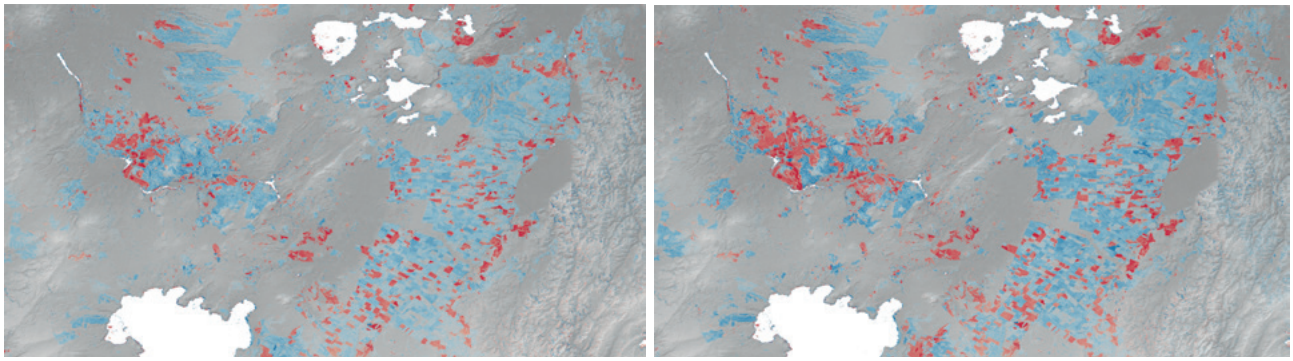


Bild: DLR , Earth Observation Center

Bild 4: Patagonien – Jährliche Höhenänderungsrate des nördlichen Eisfelds zwischen 2012 und 2016

Bild 5: Diese Szene östlich vom Lake Taupo auf der Nordinsel Neuseelands (Google Earth, links) zeigt Höhenänderungen zum globalen TanDEM-X-DEM (2012) in einem intensiv bewirtschafteten Waldgebiet für 2018 (unten links) und 2019 (unten rechts). Die roten Flächen zeigen Abholzung und die Blautöne markieren Aufwuchs. Die zwischen 2018 und 2019 zusätzlich gerodeten Flächen sind deutlich erkennbar, aber durch dunkleres Blau auch ein Aufwuchs der schnell wachsenden Nadelholzbäume. In der rechten unteren Ecke liegt ein geschütztes Waldgebiet, das in Grautönen erscheint, da der natürliche Wald kaum wächst und sich nur wenig verändert hat.



Bilder: DLR , Earth Observation Center

hinausgehen. Beispielsweise können anhand der Kohärenz zwischen den Radardaten beider Satelliten, die ein Maß der Interferometriefähigkeit einer bistatischen Aufnahme darstellt, auch Informationen über die Beschaffenheit der Erdoberfläche herausgelesen werden. So erweist sich die interferometrische Kohärenz generell als Hauptindikator für die Identifizierung von Vegetationsflächen, insbesondere Wäldern. Für die Datenverarbeitung wurden Algorithmen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz entwickelt und für verschiedene Waldtypen bezüglich Baumhöhe, Bewuchsdichte und Struktur optimiert. Das Ergebnis ist eine globale Karte, die bei einer Auflösung von 50 Metern die Ausdehnung bewaldeter Flächen darstellt – die TanDEM-X-Waldkarte.

Die vierte Dimension

Bei der Produktion des digitalen Höhenmodells wurde beim Vergleich der Aufnahmen deutlich, dass die Höhengenauigkeit von TanDEM-X so gut ist, dass Höhenveränderungen selbst innerhalb eines Jahres präzise erfasst werden können. Analysen mit dieser Genauigkeit zeigen, dass die Erdoberfläche ein sehr dynamisches System ist. Nicht nur Höhenveränderungen in Gletschern, Permafrostgebieten und Wäldern, sondern auch landwirtschaftliche Aktivitäten und Veränderungen in der Infrastruktur hinterlassen deutliche Spuren. Durch die wiederholte Beobachtung bestimmter Gebiete lässt sich eine zeitliche Abfolge von Daten erstellen – eine Zeitreihe. Im Verlauf der Zeit wächst so ein Datensatz heran, der neben den drei räumlichen Dimensionen eine vierte Dimension – die Zeit – als neue Informationskomponente enthält. Diese neue Missionsphase mit 4D-Datenerfassung fördert damit neue, bislang verborgene Erkenntnisse ans Tageslicht. Wiederholte Höhenmessungen mit TanDEM-X erlauben zum Beispiel neben der Beobachtung des Wachstums und der Degradation von Wäldern auch die genaue Quantifizierung des durch die globale Erderwärmung verursachten Abschmelzens von Gletschern und Eisschilden. Noch nie zuvor wurden Grönland und die Antarktis so umfassend und mit so hoher Genauigkeit in 3D vermessen.

Mittlerweile haben beide Satelliten ihre nominelle Lebensdauer von fünfeinhalb Jahren deutlich überschritten, sind aber noch immer voll funktionsfähig und liefern Daten von konstant hoher Qualität. Auch die Verbrauchsressourcen, insbesondere der Treibstoff und die Batteriekapazität, erlauben aus jetziger Sicht eine Fortführung der TanDEM-X-4D-Phase für mehrere zusätzliche Jahre.

Neue Maßstäbe in der Erdbeobachtung

TanDEM-X demonstrierte in beeindruckender Weise die einzigartigen Möglichkeiten der bistatischen Interferometrie mit Radarsensoren. Als Nachfolgemission zu TanDEM-X hat das DLR in den letzten Jahren die bistatische L-Band-Mission Tandem-L entworfen, die in der Lage ist, die Landmasse der Erde im Wochenrhythmus abzubilden. Neben der innovativen, hochleistungsfähigen Abbildungstechnik spielen hier die unterschiedlichen Wellenlängen der gesendeten Radarsignale eine entscheidende Rolle: Während die von TanDEM-X im sogenannten X-Band erzeugten Radarwellen mit einer Wellenlänge von etwa drei Zentimetern im Wesentlichen an der Oberfläche von Vegetation reflektiert werden,

durchdringen L-Band-Signale mit etwa 25 Zentimeter Wellenlänge das gesamte Vegetationsvolumen bis zum darunterliegenden festen Boden. Ein bistatisches L-Band-System ermöglicht damit eine tomographische Erfassung von Waldgebieten und die Abbildung der 3D-Struktur als Voraussetzung für eine präzise Bestimmung der globalen Biomasse und ihrer Veränderung, eine zentrale und bisher nur unzureichend bekannte Größe im Kohlenstoffkreislauf.

Die Mission Tandem-L wird neue Maßstäbe in der Erdbeobachtung setzen, den globalen Wandel mit einer neuen Qualität beobachten und wichtige politische Handlungsempfehlungen ermöglichen. Tandem-L ist ein Missionsvorschlag, der bereits in diversen Machbarkeits- und Spezifikationsstudien mit der deutschen Raumfahrtindustrie genau untersucht wurde. Im Fall einer Genehmigung könnten die Satelliten in ca. 5 bis 6 Jahren gestartet werden.

DR.-ING. MANFRED ZINK
Abteilungsleiter Satelliten-SAR-Systeme, DLR
PROF. DR.-ING. ALBERTO MOREIRA
Direktor des Instituts für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme, DLR

NACHHALTIGKEIT & RAUMFAHRT

Solar power beams: A step towards cleaner energy

Airbus is pioneering sustainable aerospace for a safe and united world. One key element across industries will be the production and transfer of sustainable energy.

In Airbus Central Research & Technology, the teams are exploring technologies beyond today's terrestrial boundaries to complement the portfolio of solutions in the long-term.
Power Beaming can be one of these solutions: capturing solar energy in space, where it is available 24/7 and sending it safely via beam to the Earth, to power factories, cities or even air vehicles.

On September 27th, Airbus has taken the first step by successfully demonstrating the end-to-end microwave power beaming technology in the lab, albeit on a smaller scale. The Airbus team transmitted green energy between two points representing "Space" and "Earth" over a distance of 36 metres, producing green hydrogen and bringing a model city to life. "Now that we have successfully tested the key bricks of a future space-based solar power system on a small scale for the first time, we are now ready to take Power Beaming to the next level", says Yoann Thueux, Airbus research project leader.

DR. VOLKER ZIEGLER
Head of „Communication Technologies"
Airbus Central Research and Technology, 1XRC

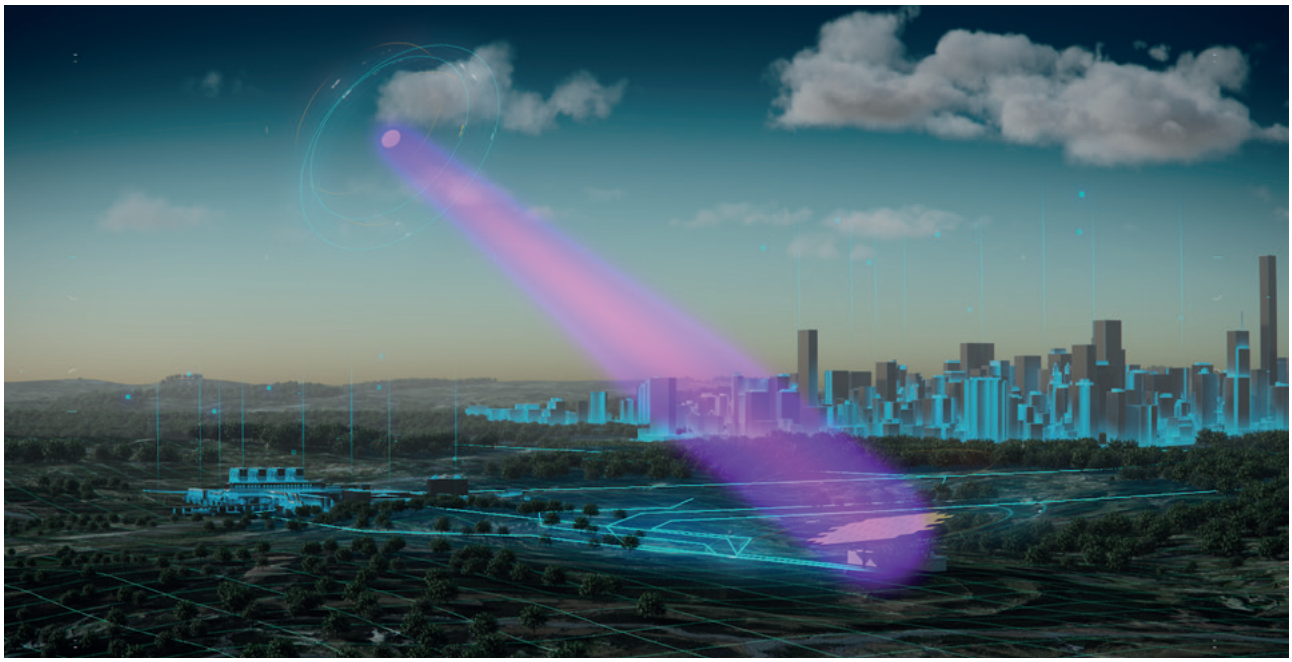


Bild: Airbus

SATELLITENGESTÜTZTE ERDBEOBACHTUNG UND AUFKLÄRUNG

Megakonstellationen als Wegbereiter für globale und dauerhafte Erdbeobachtung

Die opportunistische Nutzung von Signalen, die von Breitband-Kommunikationssatelliten in einem Low Earth Orbit (LEO) wie Starlink oder OneWeb ausgesendet werden, könnte ein Schlüsselelement für die Entwicklung neuartiger Fernerkundungs- und Erdbeobachtungsanwendungen auf der Grundlage passiver Radararchitekturen sein.

Einführung

Die Kostensenkung bei Raketenstarts hat den Weltraumsektor revolutioniert. Dies und die Fortschritte bei den elektronischen Technologien, die immer kompakter und leistungsfähiger werden, haben dazu geführt, dass die Zahl der gestarteten Satelliten deutlich zugenommen hat, insbesondere in LEO-Orbits mit Höhen unterhalb von 2 000 km.

In diesem Zusammenhang wurden in der letzten Zeit mehrere LEO-Satellitenkonstellationen geplant und in Betrieb genommen, um globale Dienstleistungen nicht nur für die Erdbeobachtung, sondern auch für die Breitbandkommunikation sowie PNT-Anwendungen (Position, Navigation and Timing) bereitzustellen.

Obwohl die Orbits der SAR-Satelliten, in der Regel sonnensynchrone Orbits, die Abbildung jedes Orts auf der Erde mit einer bestimmten Wiederholungsperiode ermöglichen, garantiert die Anzahl der eingesetzten oder geplanten SAR-Satelliten keine kontinuierliche und dauerhafte Bildgebung, die für einige neuartige Fernerkundungsanwendungen erforderlich ist (z.B. Lawinendetektion oder die Überwachung von strukturellen Veränderungen von Baustellen, Gebäuden oder Infrastrukturen). Diese Grenze kann jedoch durch die opportunistische Nutzung der Signale überwunden werden, die von neuartigen LEO-Breitbandkommunikationssatelliten, wie Starlink oder OneWeb, gesendet werden. Weil diese Konstellationen eine globale und dauerhafte Beleuchtung gewährleisten, können passive Radarsysteme mit Bodenempfängern für dauerhafte Fernerkundungsanwendungen entwickelt werden.

Aufgrund der Eigenschaften der von den LEO-Breitbandkommunikationssatelliten übertragenen Signale ist zu erwarten, dass durch ihre opportunistische Nutzung eine ausreichende Leistungsfähigkeit in Bezug auf das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR, Signal-to-Noise Ratio), die maximale Reichweite sowie eine hohe Auflösung erzielt werden können.

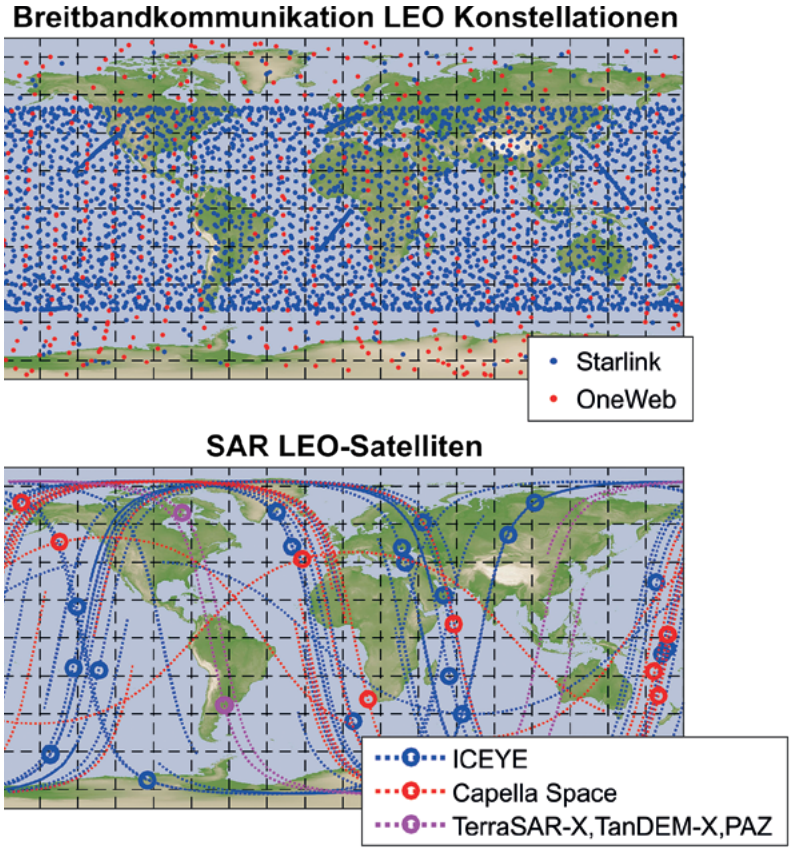


Bild 1: Derzeit eingesetzte LEO-Satelliten repräsentativer Breitbandkommunikations- und SAR-Konstellationen

LEO-Satellitenkonstellationen für Breitbandkommunikation

Mehrere Unternehmen, wie Starlink, OneWeb, Telesat, Keppler Communications oder Kuiper Systems, haben von der amerikanischen Federal Communications Commission (FCC) die Genehmigung zum Aufbau von LEO-Satellitenkonstellationen für die

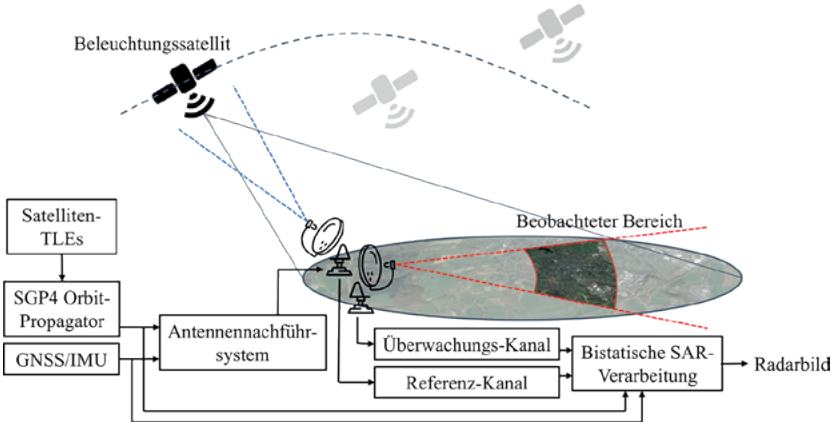


Bild 2: Passive Radararchitektur auf Grundlage der opportunistischen Nutzung von LEO-Breitband-satellitensignalen für dauerhafte Fernerkundungs-anwendungen

Bereitstellung globaler Breitband-Internetdienste erhalten. Diese Konstellationen werden gemeinhin als Megakonstellationen bezeichnet, weil sie Hunderte oder Tausende von Kommunikationssatelliten enthalten werden. Tatsächlich soll die Starlink-Konstellation einmal aus 4 408 Satelliten bestehen, von denen mehr als 3 000 bereits in Betrieb sind.

Die hohe Dichte dieser Kommunikationskonstellationen im Vergleich zu den Konstellationen, die für die SAR-basierte Erdbeobachtung eingesetzt werden, ist in **Bild 1** deutlich erkennbar. Die große Zahl der eingesetzten Satelliten bietet nicht nur eine dauerhafte Beleuchtungsquelle an jedem Punkt der Erdoberfläche, sondern führt auch zu mehreren und gleichzeitigen Beleuchtungsgeometrien von verschiedenen sichtbaren Satelliten.

Für die bidirektionalen Verbindungen dieser Satelliten zu den Nutzern und Gateways werden die X/Ku- bzw. Ka-Frequenzbänder genutzt. Insbesondere die Nutzer-Downlink-Signale, die als opportunistische Beleuchtung angesehen werden, nutzen Kanäle mit einer Bandbreite von 250 MHz im Bereich von 10,7 GHz bis 12,7 GHz. In Bezug auf die Leistungspegel bieten diese Konstellationen eine Leistungsflussdichte auf der Erdoberfläche, die schätzungsweise um 10 dB höher ist als bei DVB-S-Signalen und um 40 dB höher als bei GNSS-Signalen [1].

Aufgrund ihrer globalen und dauerhaften Beleuchtung, ihrer hohen Bandbreite und ihres hohen Leistungspegels auf der Erdoberfläche werden diese entstehenden LEO-Satellitenkonstellationen für die Breitbandkommunikation als sehr wichtige potenzielle Kandidaten für die Nutzung von hochauflösenden passiven Radar-Fernerkundungsanwendungen angesehen.

Passivradar-Konzept

Die passive Radararchitektur, die auf Kommunikationssignalen von LEO-Satelliten für dauerhafte Fernerkundungsanwendungen mit Bodenempfängern basiert, ist in **Bild 2** dargestellt.

Die Antenne des Referenzkanals verfolgt den beleuchtenden Satelliten, um das für die Pulskompression erforderliche Direktsignal zu empfangen. Die Verfolgung des Satelliten kann mittels Orbitpropagator-Methoden basierend auf den öffentlich verfügbaren aktualisierten Bahndaten, die normalerweise im TLE-Format (Two Line Element) vorliegen, und unter Nutzung von mechanisch oder elektronisch schwenkbaren Antennen erfolgen. Wenn der beleuchtende Satellit sich aus dem Sichtbereich bewegt (die typische Überflugdauer eines Satelliten beträgt etwa 3 bis 4 Minuten), sollte ein nachfolgender Satellit ausgewählt und die Referenzantenne auf diesen ausgerichtet werden, um einen dauerhaften Betrieb zu ermöglichen.

Die Antenne des Überwachungskanals hingegen ist auf den zu beobachtenden Bereich ausgerichtet, um die Echos des Satellitensignals zu empfangen. Die Relativbewegung des Satelliten ermöglicht die Anwendung der bistatischen SAR-Verarbeitung, z. B. auf Grundlage der Rückprojektion, um ein Radarbild des beobachteten Bereichs zu gewinnen.

Es ist wichtig, zu beachten, dass diese Architektur mit zusätzlichen Referenzkanälen erweitert werden kann, um mehrere beleuchtende Satelliten mit unterschiedlichen bistatischen Geometrien und Beleuchtungswinkeln gleichzeitig zu nutzen. Außerdem können mehrere Überwachungskanäle mit unterschiedlichen Basislinienkonfigurationen genutzt werden, um z. B. „Single-Pass Cross-Track"-Interferometrie für Topografie- oder Deformationsmessungen oder „Along-Track"-Interferometrie für die Detektion bewegter Ziele einzusetzen.

Potenzielle Möglichkeiten und Herausforderungen

Die neuartige weltraumbasierte opportunistische Beleuchtung, die Breitband-Mega-Konstellationen bieten, ermöglicht folgende relevante Eigenschaften, welche wiederum neue Möglichkeiten bei der Entwicklung bistatischer passiver Radare für Fernerkundungs- und Erdbeobachtungsanwendungen eröffnen:

- Globale, dauerhafte und allwettertaugliche Abdeckung, einschließlich Ozeane, Pole und abgelegene Gebiete.
- Signale mit hoher Bandbreite (etwa 240 MHz pro Sendekanal) für eine Bodenauflösung von bis zu 0,65 m.
- Hohe Sendeleistungspegel mit niedrigeren Pfadverlusten aufgrund der kürzeren Sender-Empfänger-Distanz zwischen LEO-Satelliten und Bodenempfängern, wodurch der Signal-Rausch-Abstand und die maximale Reichweite verbessert werden.
- Eine Betriebsfrequenz im oberen X-Band über 10 GHz mit hoher Doppler-Empfindlichkeit.
- Vorhersagbare Senderbewegungen, basierend auf Bahndaten, ermöglichen passive Abbildungsanwendungen.

Bild 3: Antennenmoduloptionen und Serverschrank mit Steuerung, Radiofrequenz-Frontend, Synchronisations-, Digitalisierungs- und Aufzeichnungseinheiten des vom Fraunhofer FHR entwickelten SABBIA-Systems

- Robustheit und Redundanz von Sendern, die Resilienz und Raumdiversität bieten. Die Starlink-Konstellation bietet z.B. kontinuierlich mehr als 30 sichtbare Satelliten in den mittleren Breitengraden. Die multistatische Beleuchtung mit mehreren Beleuchtungswinkeln und -geometrien ermöglicht verbesserte Auflösungen und Aufklärungen.
- Opportunistische Nutzung von bereits eingesetzten Sendern, was zu niedrigeren Kosten führt und zudem keine Frequenzlizenz erforderlich macht.

Allerdings bietet die Nutzung dieser LEO-Kommunikationssatelliten als opportunistische Beleuchter für passive Radare auch einige Herausforderungen:

- Proprietäre Systeme ohne öffentlich verfügbare Informationen über ihre nicht standardisierten Signaleigenschaften, welche zudem nicht für den Radarbetrieb optimiert sind. Aus diesem Grund wurden experimentelle Analysen durchgeführt, die ihre Eignung für passive Radaranwendungen belegen [2].
- Die Notwendigkeit, eine Antenne mit hohem Gewinn, einem schmalen Strahl und Satellitenverfolgungsfähigkeiten zu nutzen, um die Referenzsignale mit einem ausreichenden Signal-Rausch-Verhältnis zu empfangen.
- Mögliche Abhängigkeit der Signaleigenschaften (z.B. Bandbreite und Zeitunterstützung) von der Netzwerklast.
- Auswirkungen der Genauigkeit der Orbitaldaten und der Orbitpropagator-Methoden auf die Qualität der Radarbilder.

Experimenteller Prototyp

Das in den letzten Jahren vom Fraunhofer FHR entwickelte SABBIA-System ist ein hochauflösendes, satellitenbasiertes passives Radar, welches mit GEO-DVB-S/S2- oder LEO-Kommunikationssatellitensignalen im Bereich von 10,7 GHz bis 12,7 GHz betrieben werden kann [3].

Dieses leistungsstarke und modulare System enthält mehrere kohärente Kanäle mit einer momentanen Bandbreite von 625 MHz, die flexibel für polarimetrische oder räumliche Überwachungs-/Referenzkanäle genutzt werden können. Wie in Bild 3 zu sehen ist, sind zudem verschiedene Antennenoptionen verfügbar. Dazu gehören mechanisch oder elektronisch schwenkbare Antennen, die dank Ad-hoc-Entwicklungen auf der Grundlage kommerzieller Antennen von EPAK [4] bzw. Kymeta [5] verwendet werden können.

Mit dem SABBIA-System werden derzeit verschiedene Feldtests durchgeführt, um das hier vorgestellte Konzept zu validieren und seine Möglichkeiten für Fernerkundungsanwendungen zu untersuchen.

Fazit

Wie hier erörtert wurde, bieten die neu entstehenden Megakonstellationen von LEO-Breitbandkommunikationssatelliten sehr relevante Eigenschaften und ein großes Potenzial für die Entwicklung dauerhafter Erdbeobachtungsanwendungen mittels passiver Radararchitekturen.

Obwohl es sich hierbei um ein neuartiges Konzept handelt, werden experimentelle Prototypen des Fraunhofer FHR zur Validierung dieser Technologie eingesetzt, um ihren Fortschritt und die Entwicklung innovativer Fernerkundungs- und Erdbeobachtungsanwendungen zu fördern.

Referenzen

[1] Blázquez-García, R. et al.: Passive radar architecture based on broadband LEO communication satellite constellations. IEEE Radar Conference (2022)

[2] Blázquez-García, R. et al.: Experimental acquisition of Starlink satellite transmissions for passive radar applications. International Radar Conference (2022)

[3] Seidel, V. et al.: High resolution DVB-S based passive radar for ISAR imaging and drone detection. EUSAR (2022)

[4] www.epak.de

[5] www.kymetacorp.com

RODRIGO BLÁZQUEZ
DR.-ING. DIEGO CRISTALLINI
PROF. DR. DANIEL O'HAGAN
Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR

Satellitengestützte Aufklärung zur Krisenprävention und Sicherheit

Erdbeobachtung, die den Zwecken der Krisenprävention und der Sicherheit dient, wird als satellitengestützte Aufklärung bezeichnet. Bei der nationalen und internationalen Lageabschätzung spielt die satellitengestützte Aufklärung eine zentrale Rolle, da die legale Informationsgewinnung ohne das Eindringen in das Hoheitsgebiet anderer Staaten nur mit Satellitensystemen flächendeckend möglich ist.

Missionen

Sowohl die Bundesrepublik Deutschland als auch deren Partnernationen verfügen mittlerweile über eine Vielzahl von raumgestützten Aufklärungssystemen.

Die Bundeswehr ist Eigentümer des aus fünf Satelliten bestehenden Aufklärungssystems SAR-Lupe. Es liefert qualitativ äußerst hochwertige Radarbilder nach dem Prinzip der synthetischen Apertur. Zeitserien von solchen Radarbildern werden zur hochaktuellen genauesten Lagebilderfassung für Krisengebiete und Einsatzgebiete der Bundeswehr genutzt. Der Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine hat in jüngster Zeit die Notwendigkeit derartiger hoheitlicher Aufklärungsmöglichkeiten schmerzvoll untermauert.

Das im Aufbau befindliche Aufklärungssystem SARah wird in den nächsten Jahren das System SAR-Lupe ablösen. Auch dieses System wird, wie seinerzeit SAR-Lupe, Radarbilder mit der derzeit technisch machbaren höchsten Qualität liefern.

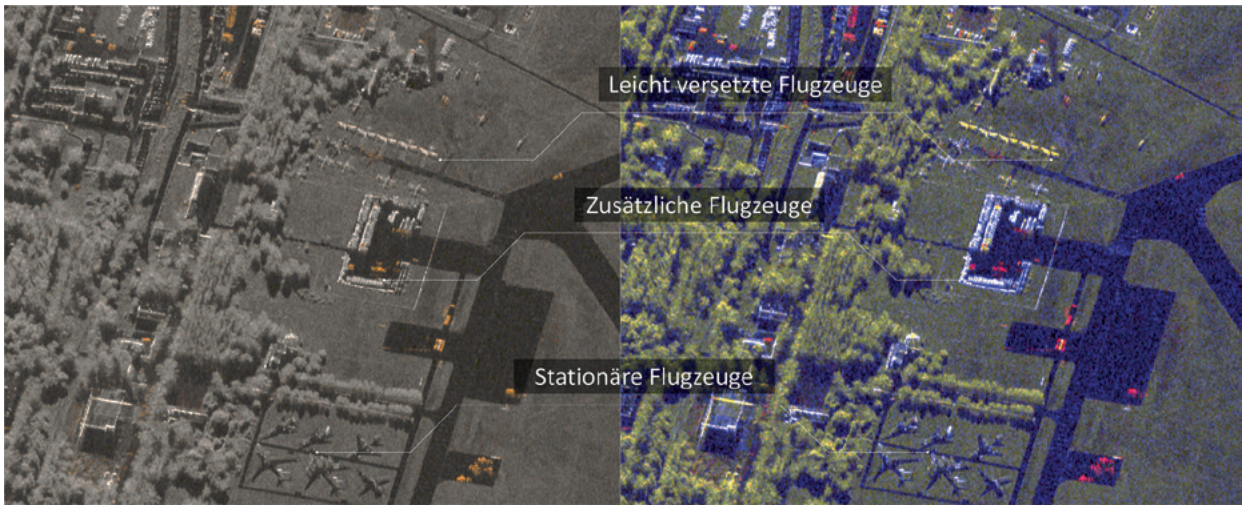
Parallel dazu ist ein hoheitliches optisches Satellitensystem im Aufbau, welches Bildmaterial aus dem sichtbaren Spektrum zur Informationsgewinnung liefern wird.

Zudem werden auch Systeme für die Aufklärung genutzt, die nicht der Bundesrepublik Deutschland gehören. Beispiel hierfür sind die europäischen Sentinel-Satelliten.

Sentinel ist eine Reihe von Weltraummissionen, welche im Rahmen des europäischen Erdbeobachtungsprogramms Copernicus von der Europäischen Union (EU) und der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA) entwickelt wurden. Sie sollen alle Teilbereiche des Systems Erde überwachen, also Landmassen, Ozeane und die Atmosphäre. Wichtige Vertreter der Sentinel-Reihe sind die Satellitenmissionen Sentinel-1 (Radaraufnahmen), Sentinel-2 (optische Aufnahmen) und Sentinel-3 (Infrarotaufnahmen für eine hochgenaue Temperaturmessung).

Nutzung

Wie bereits angesprochen, liefern viele satellitengestützte Aufklärungsmissionen flächendeckend Bilder der Erdoberfläche. Diese werden vor allem genutzt, um durch den Vergleich von mehreren Bildern, die in einer zeitlichen Abfolge vom gleichen Gebiet gemacht wurden, Veränderungen aufzuzeigen. Beispiele hierfür sind die Flugzeugbewegungen auf Flughäfen (Bild 1) oder die Verladeaktivitäten in Häfen (Bild 2), welche durch eine solche Änderungsdetektion über mehrere Bildaufnahmen aufgeklärt werden



Bilder: DLR

Bild 1: Ryazan-Szene aufbereitet mit RADIAN

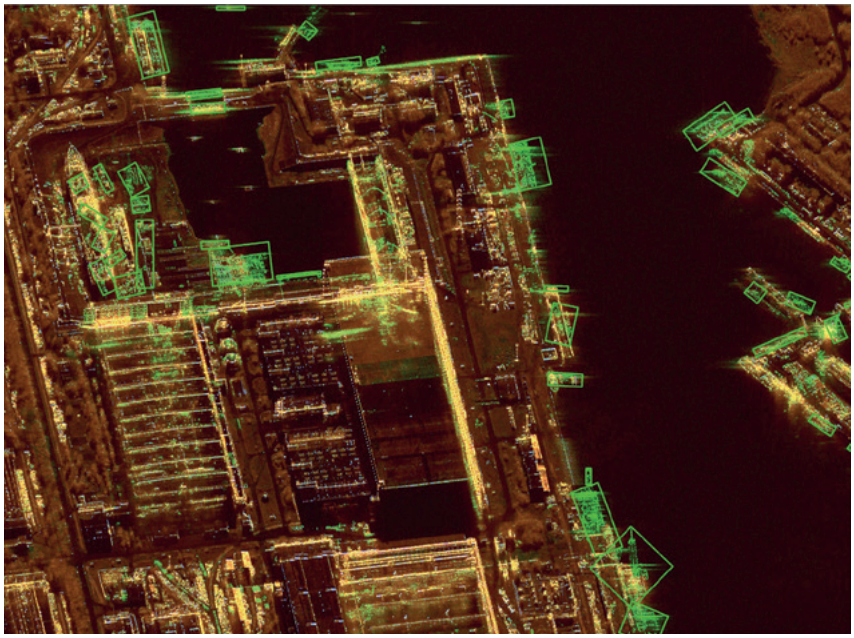


Bild 2: Severodvinsk-Szene, aufbereitet mit RADIAN

können. Auch die Befahrbarkeit und der Zustand von Straßen und Brücken ist ein wichtiger Indikator zur Planung von Einsätzen. Hierbei liefern sowohl die Änderungsdetektion als auch das Wissen über andere Indikatoren, wie beispielsweise die aktuelle Durchfeuchtung des Geländes, wichtige Informationen.

Die derzeitigen Krisen innerhalb und außerhalb Europas zeigen dabei die Wichtigkeit einer unabhängigen und präzisen Lageerfassung. Aufklärungssatelliten liefern essenzielle Daten und Informationen, um die Situation richtig bewerten und die richtigen Entscheidungen treffen zu können.

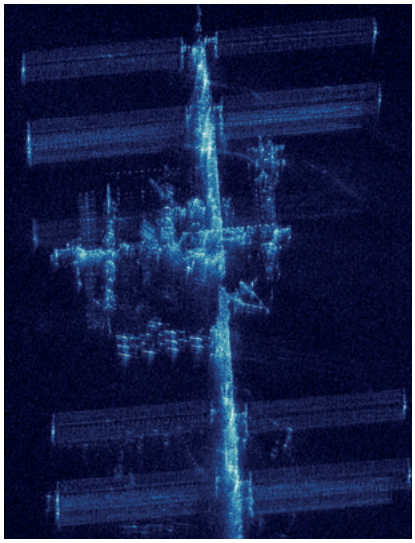


Bild 3: ISS-Bild von IoSiS

Neue Entwicklungen

Die Erschließung der Raumfahrt als Markt oder vor allem zur Erzeugung vermarktbarer Produkte durch die Privatwirtschaft ist eine neue Entwicklung und wird unter dem Namen „New Space“ zusammengefasst. Auch hier spielt der Bereich Aufklärung eine wichtige Rolle. So liefern beispielsweise die Firmen ICEYE (Finnland) und Capella Space (USA) Radarbilder mit gut nutzbarer Qualität zur satellitengestützten Lageüberwachung. In Ergänzung zu den performanten Satelliten, die wöchentlich die gesamte Erdoberfläche mit sehr guter Bildqualität abdecken können, können Konstellationen kleiner, schnell startfähiger und kostengünstiger Satelliten kleine Gebiete stündlich erfassen. Obwohl die Zuverlässigkeit, die Lebensdauer und die Datenqualität zum Teil deutlich geringer sind als bei den performanten Satellitensystemen, bietet die große Anzahl von Satelliten ein hohes Maß an Redundanz, was bedeutet, dass der Ausfall eines einzelnen Satelliten vergleichsweise geringe Auswirkung auf die Gesamtleistung der Satellitenkonstellation hat.

Allerdings birgt die große Anzahl von Satelliten auch ein nicht zu vernachlässigendes Risiko, da die zunehmende Anzahl von nicht mehr nutzbaren Kleinstsatelliten als „Weltraumschrott“ die entsprechenden Bahnhöhen für die Nutzung durch andere Missionen unbrauchbar machen können. Die Bundesrepublik Deutschland arbeitet daher derzeit zusammen mit anderen Raumfahrtnationen an einem internationalen Abkommen, das die Nutzung des Weltraums regelt, vergleichbar mit der Seerechtskonvention der UN für die Nutzung der Weltmeere.

Auch die Privatwirtschaft hat teilweise die Problematik einer unregulierten Nutzung des Weltraums erkannt. So werden z.B. von der Firma Starlink die neuen Satelliten zunächst auf eine niedrige Erdumlaufbahn verbracht und getestet, damit funktionsuntaugliche Satelliten den endgültigen Orbit nicht belasten.

Dennoch ist es unumgänglich, auch für den Weltraum selbst ein Lagebild zu erstellen. Zu diesem Zweck, auch Space Situational Awareness (SSA) genannt, entwickelt z.B. das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ein bodengebundenes Radarsystem mit dem Namen IoSiS (Imaging of Satellites in Space), das Satelliten auf erdnahen Umlaufbahnen (bis ca. 800 km Bahnhöhe) aufklären kann. Das System ist dabei aufgrund seiner hohen geometrischen Auflösung in der Lage, Beschädigungen an Satelliten zu entdecken oder abschätzen zu können, welchen Zweck ein unbekannter Satellit verfolgt. Bild 3 zeigt exemplarisch eine Radaraufnahme der Internationalen Raumstation des IoSiS-Systems (Bild 4).

Leistungsfähige Simulationswerkzeuge liefern einen weiteren wichtigen

Bild 4: Das IoSiS-System

Beitrag zur sicheren Planung und Durchführung von Satellitenmissionen und können durch Vorausberechnungen von möglichen Kollisionen der Entscheidungsfindung dienen. **Bild 5** zeigt beispielhaft den schichtweisen, modularen Aufbau des Multi Satellite Mission Planer (MSMP) des DLR, der bislang bei allen hoheitlichen Satellitenmissionen der Bundesrepublik zum Einsatz kam und kommt.

Zusammenfassung und Ausblick

Die zunehmende Kommerzialisierung der Raumfahrt führt einerseits zu kostengünstigeren und ausfallsicheren Satellitensystemen, die unter anderem als Quelle von Aufklärungsdaten dienen können. Jedoch gilt es, die Problemstellungen vor allem hinsichtlich der Belastung von wichtigen Bahnhöhen zu lösen. Die Systeme aus dem Bereich „New Space“ sind als zusätzliche Informationsquelle durchaus sinnvoll nutzbar, ersetzen aber keinesfalls die Hochqualitätsdaten der etablierten Systeme.

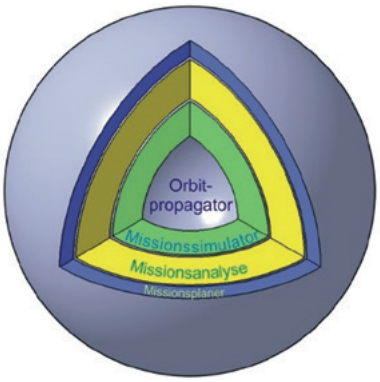


Bild 5: Schema des Multi Satellite Mission Planer

DR.-ING. THOMAS NEFF
DR. THOMAS JAGDHUBER
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme, Oberpfaffenhofen
Abteilung Aufklärung und Sicherheit

Personalia

1 +++ PROF. DR. RUPERT SCHREINER

Neues Mitglied im ITG Fachausschuss MN6

Seit Juli 2022 ist der Physiker Prof. Dr. Rupert Schreiner neu gewähltes Mitglied im ITG Fachausschuss MN6 „Vakuumelektronik und Displays“. Prof. Schreiner ist an der OTH Regensburg Hochschullehrer für Applied Physics and Microsystems Engineering, lehrt und forscht zu Si-Halbleiter-basierten Sensor- und Aktor-Elementen in MEMS-Technik mit dem Schwerpunkt vakuumelektronischer Anwendungen in der Vakuumdruckmess- und Röntgentechnik. Seine fachliche Expertise hat er in Forschungsabteilungen der Halbleiterindustrie erworben, u. a. mehrjährig in Taiwan, Malaysia und bei Osram in Regensburg. Die Bandbreite seiner derzeitigen Forschungsthemen reicht von Mikro- und Nanostrukturen, optoelektronischen und elektronenoptischen Systemen, Vakuumnanoelektronik bis zu Feldemissionselektronenquellen und neuerdings auch Mikrowellen-Plasmatechnologien.

Prof. Schreiner ist der deutsche Vertreter im Steering Committee der renommierten „International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC)“, die er 2017 als Chairman nach Regensburg geholt, organisiert und mit seinem Team sehr erfolgreich durchgeführt hat. Als anerkannter Experte für Vakuumnanoelektronik tritt er fachlich gesehen das Erbe von Dr. Hans W. Koops an, der nach über 20 Jahren anregender Mitarbeit im ITG Fachausschuss seine aktive Mitgliedschaft beendet hat, nicht ohne vorher Rupert Schreiner als seinen Nachfolger vorzuschlagen. Es ist sicher, Fachkollege Rupert Schreiner wird eine echte Bereicherung unserer fachspezifischen Vereinsarbeit, und wir wünschen ihm und uns viel Erfolg und eine gute Zusammenarbeit im ITG Fachausschuss MN6 „Vakuumelektronik und Displays“.

Bild: TU Darmstadt/Katrin Binner

2 +++ DR.-ING. TOBIAS MEUSER

Zum Athene Young Investigator der TU Darmstadt gekürt

Ziel des fünfjährigen Programms ist es, besonders qualifizierte Nachwuchswissenschaftler zu fördern. Diese bekommen als Nachwuchsgruppenleiter Verantwortung über ein eigenes Budget sowie bestimmte professorale Rechte. In dieser Funktion sucht Dr.-Ing. Tobias Meuser am Fachgebiet Multimedia Kommunikation von Prof. Ralf Steinmetz neue Wege, um 5G-Netze resilienter und stabiler zu machen.

Tobias Meuser arbeitet seit 2016 am Fachgebiet Multimedia Kommunikation der TU Darmstadt und schloss seine Promotion über die Priorisierung von Fahrzeuginformationen in dezentralen Netzwerken im Jahr 2019 ab.

Das Prinzip Priorisierung bleibt auch nach der Promotion ein zentraler Baustein seiner Forschung. Hierbei spezialisiert er sich allerdings auf allgemeine, häufig softwaredefinierte Netzwerke, zum Beispiel das Mobilfunknetzwerk. Vor allem das Zusammenspiel zwischen Anwendungen und den Kommunikationsnetzen spielt dabei eine große Rolle. Dieses erforscht Tobias Meuser als Projektleiter des Teilprojekts „Monitoring und Analyse“ im Rahmen der dritten Phase des Sonderforschungsbereichs „MAKI – Multi-Mechanismen-Adaption für das künftige Internet“. Zusammen mit anderen leitet er zudem die Forschungsgruppe „Adaptive Kommunikationssysteme“ und betreut sechs Doktorandinnen und Doktoranden mit.

Als Athene Young Investigator rückt er die 5G-Forschung stärker in den Fokus. Hier sucht Meuser neue Wege, um die Mobilfunknetze resilienter und stabiler zu machen. Das Budget, mit dem er im Rahmen des Programms in den nächsten fünf Jahren unterstützt wird, will er vor allem nutzen, um mit internationalen Wissenschaftlern zusammenzuarbeiten.

Bild: Christine Wachter/Multimedia Communications Lab

+++ PROF. DR.-ING. RALF STEINMETZ

Ehrendoktorwürde der RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz hat im Rahmen der Feierlichkeiten zu 50 Jahre Informatik an der RWTH Aachen neben der Informatikerin Prof. Dr. Christel Baier die Ehrendoktorwürde verliehen bekommen. Im Interview erzählt der Professor der TU Darmstadt, wie seine Forschung dazu beiträgt, unsere Kommunikationssysteme auf künftige Herausforderungen vorzubereiten.

Herr Prof. Steinmetz, schon seit langem warnen Sie vor den Gefahren eines Ausfalls der Kommunikationssysteme. Mit Ihrer Forschung – für die Sie nun mit der Ehrendoktorwürde der RWTH Aachen ausgezeichnet wurden – treiben Sie technische Methoden voran, um unsere Gesellschaft für einen solchen Ausfall zu wappnen. Was hat es damit auf sich?

Den Ehrendoktortitel habe ich für meine wissenschaftliche Leistung im Bereich leistungsfähiger, skalierbarer und adaptiver Kommunikationssysteme und Multimedia-Technologien verliehen bekommen. Zusammen mit der Informatik-Professorin Klara Nahrstedt habe ich einige der essenziellen Ideen für den DFG-Sonderforschungsbereich „MAKI – Multi-Mechanismen-Adaption für das künftige Internet“ initial auf den Punkt gebracht. Klara Nahrstedt hat uns überzeugt, dass diese Idee der extremen Adaptivität langfristig und praxisnah ist.

Was steckt dahinter?

Wir dachten, es wäre sinnvoll, Bestehendes zu nehmen und anzupassen, anstatt ein neues Internet zu erfinden. Aktuell sind unsere Kommunikationssysteme auf Gefahren, wie Naturkatastrophen, Angriffe oder Stromausfälle, nicht gut vorbereitet. Nun könnte man alle Komponenten und Systeme wie in der Raumfahrttechnik mehrfach parallel laufen lassen. Unser Ansatz ist es aber, die Systeme hochadaptiv zu entwickeln und je nach Situation die unterschiedlichen Möglichkeiten zu nutzen, die wir bereits haben. Diese Idee der Adaptivität, also dem automatischen Umschalten zwischen verschiedenen Mechanismen, finden wir schon heute, wenn wir beispielsweise das Smartphone mit uns herumtragen. Es schaltet automatisch zwischen mobiler 5G- oder LTE-Datenübertragung und Wi-Fi hin und her.

Das Smartphone bevorzugt dabei Wi-Fi, weil man davon ausgeht, dass dies für den Nutzer am kostengünstigsten ist. Anders sieht es aus, wenn man etwa an autonom fahrende Autos denkt. Hier ist Zuverlässigkeit der Kommunikationstechnik das wichtigste Kriterium. Bei Schwärmen von kleinen Satelliten geht es um Effizienz, beim Filmschauen um eine möglichst hohe Datenrate. Wie kommt hier Ihre Idee der Adaptivität zum Einsatz?

Genau, die Randbedingungen liegen in unterschiedlichster Form vor. Unter diesen Kriterien versuchen wir dann, das Beste daraus zu machen, und nehmen unterschiedlichste Systeme, unterschiedlichste Möglichkeiten, um Daten zu übertragen. Das System entscheidet am Ende automatisch über die Idealform. Wenn ich mich heutzutage zum Beispiel mit einem Freund verabreden möchte, muss ich entscheiden: Nutze ich WhatsApp, Signal, die E-Mail, das Telefon? Es wäre viel einfacher, wenn ich meine Nachricht in der von mir gewünschten Form losschicke und das System sich dann selbst den besten Weg aussucht, wie die Daten oder Informationen weitergereicht werden. Das adaptiert sich einfach, das wäre viel nutzerfreundlicher.

Und wie gut funktioniert das schon?

Das funktioniert teilweise sehr gut. Wie im Fall der Smartphones, die zwischen 5G- oder LTE-Datenübertragung und Wi-Fi wechseln, ist eine Umschaltung auf der physikalischen untersten Ebene im Schichtenmodell des Internets schon in Produkten integriert – auch ohne unser Zutun. Das Gleiche kann ich jedoch auch auf der Anwendungsebene oder für jede Art von Datenübertragung anpassbar machen. Mit dem Sonderforschungsbereich MAKI haben wir gezeigt, dass dies an vielen Stellen möglich ist. In der Praxis muss sich die Idee der Adaptivität allerdings noch bewähren und durchsetzen. Leider ist das schwierig, weil es die Geschäftsmodelle einzelner Firmen untergraben würde. Unternehmen und Organisationen, die hinter Messaging-Diensten wie WhatsApp stecken, haben beispielsweise wenig Interesse an einer adaptiven Lösung, welche eine Kommunikation über alle Messenger hinweg ermöglichen würde. Die Firmen binden die Nutzer aus ökonomischen Gründen an die eigene Plattform.

Was schwebt Ihnen demgegenüber vor? Wie wünschen Sie sich das Internet?

Ich wünsche mir, dass die Leute Adaptivität als eine große Chance verstehen, gerade in Bezug auf Resilienz. Der Mensch soll auf einfache Art Technik nutzen können und die Technik soll sich verlässlich in Krisensituationen verhalten. Wir sehen das mit dem Gas heute, wir sehen das mit dem Strom: Wir brauchen bei kritischen Ressourcen eine gewisse Autarkie und Kommunikationsnetze sind fraglos essenziell. Ohne sie sähe unsere Welt ganz anders aus. Sie müssen auch dann funktionieren, wenn das Netz ausfällt. In einem solchen Fall könnte ich eine Zeit lang mobile Daten nutzen, mir ein eigenes Netz mit anderen bauen oder über Satelliten gehen. Also gilt es, alle Varianten in irgendeiner Form nutzen zu können. Da muss ich dann irgendwann entscheiden: Welche Daten sind wichtig, was ist unwichtig, was ist kritisch?

Also Kommunikation über alle Anwendungen, Technologien und Geräte hinweg.

Ja, warum nicht? Angenommen, die Webcam des Laptops fällt aus. Warum kann ich stattdessen nicht einfach das Smartphone oder meine Spiegelreflexkamera nutzen? Bis ich die mit dem Laptop verbunden habe, dauert es ewig. Aber eigentlich könnte es so einfach sein. Es ist alles da, die Geräte müssten nur miteinander reden können. Innerhalb eines Ökosystems, zum Beispiel von der Firma Apple, funktioniert bereits einiges gut. Aber warum kann ich nicht einen Sensor

eines Apple-Gerätes ganz einfach mit einem Android-Smartphone verbinden?

Für welche Firmen wäre es interessant, auf Sie zuzugehen und die Forschung in die Praxis umzusetzen?
Absolventen von uns sind bereits bei Google gelandet, bei Apple, Spotify, Deutscher Telekom, Netflix, Intel oder Siemens, bei allen möglichen Systemherstellern. Dort gibt es ein Interesse an diesen Kenntnissen und Technologien. Bei kleineren Firmen ist es etwas schwieriger. Die haben ja nicht den Durchgriff auf ganze Systeme, die sie mit ihren Kunden ausprobieren könnten.

Wie lang ist der Weg, der noch vor uns liegt?
Man kann sich noch viele Jahre damit beschäftigen, wesentliche Erkenntnisse in die Praxis in einer gut anwendbaren Form umzusetzen. Und durch diese bescheuerte Weltlage, die wir heute haben, wird es viel schwieriger. Es gibt immer mehr Abgrenzungen. Es ist nicht mehr wie vor vielleicht fünf oder zehn Jahren, als alles offen war und man sagen konnte, das wird schon funktionieren. Resilienz ist ein Thema, das uns in den nächsten Jahren erst noch richtig auf die Füße fällt. Wir müssen viel dafür tun und es wird teuer und unangenehm werden. Verlässlichkeit kostet und man sieht den Nutzen nicht sofort. Das wird ein steiniger Weg.

Vielen Dank für das Interview!

Das Interview führte Christine Wachter, verantwortlich für die Wissenschaftskommunikation am Fachgebiet Multimedia Kommunikation der TU Darmstadt.

Zur Person: Prof. Ralf Steinmetz
Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz leitet an der TU Darmstadt das Fachgebiet Multimedia Kommunikation an der Schnittstelle von Elektrotechnik und Informatik. Er ist 1956 in Santiago de Chile geboren. Internationale Anerkennung erlangte er durch wegweisende wissenschaftliche Arbeiten zur Synchronisation multimedialer Datenströme, durch Beiträge zur Peer-to-Peer-Technologie, auf welchen heutige Streaming-Dienste und Mediatheken basieren, sowie durch die Idee einer systemweiten Adaptivität durch Übergänge von Kommunikationsmechanismen. Hierzu hat er weltweit den Begriff der „Transition“ für verteilte und kommunizierende Systeme geprägt.

ITG FACHGRUPPE KT 3.1

WORKSHOP „MODELLIERUNG UND SIMULATION PHOTONISCHER KOMPONENTEN UND SYSTEME“

Im Rahmen von regelmäßig einmal im Jahr stattfindenden Workshops treffen sich Vertreter der einschlägigen Industrieunternehmen sowie der auf dem Gebiet der optischen Nachrichtentechnik tätigen Hochschulen und Forschungseinrichtungen zum intensiven Erfahrungsaustausch. Diese Workshops werden abwechselnd von den Mitgliedern der Fachgruppe organisiert und bieten ein Forum zur Diskussion aktueller Fragestellungen der optischen Übertragungstechnik. Zwei halbtägige Vortragsblöcke bieten besonders auch jungen Nachwuchswissenschaftlern die Möglichkeit, ihre aktuellen Forschungsergebnisse zu präsentieren und diese mit Fachleuten aus Industrie und Wissenschaft zu diskutieren.

Der nächste Workshop ist für Dienstag, den 28. Februar, und Mittwoch, den 1. März 2023, geplant. Das Treffen wird am „Munich Research Center“ von Huawei Technologies in München stattfinden. Vorschläge für Beiträge können direkt beim diesjährigen Organisator, Herrn Dr. Gernot Göger, unter gernot.goeger@huawei.com eingereicht werden.

Interessenten können sich gerne auch für die E-Mail-Verteilerliste der Fachgruppenworkshops unter https://lists.fau.de/cgi-bin/listinfo/itg531-workshop registrieren oder wenden sich bitte an den Leiter der Fachgruppe unter Bernhard.Schmauss@fau.de.

PROF. DR.-ING. BERNHARD SCHMAUSS
Leiter der ITG Fachgruppe KT 3.1

DGON/FRAUNHOFER FHR

INTERNATIONALES RADARSYMPOSIUM (IRS)

Die Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON) und das Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR laden herzlich ein zum Internationalen Radarsymposium (IRS) 2023, das vom **24.–26.5.2023** in Berlin stattfindet. Nach einer sehr erfolgreichen Reihe von Radarsymposien, die 1998 in Deutschland begann, wird es nun 2023 in Berlin im Fraunhofer-Forum stattfinden. Aufgrund der rasanten Entwicklung der Technologien ist das Radar immer noch ein expandierendes technisches und wirtschaftliches Gebiet mit vielen praktischen Anwendungen sowohl im zivilen als auch im militärischen Bereich.

Das Internationale Radarsymposium soll ein Forum für akademische und industrielle Radarfachleute aus der ganzen Welt bieten und Akademiker, Forscher und Ingenieure zusammenbringen, um ihr Wissen auszutauschen und über die aktuellsten Herausforderungen zu diskutieren und diese zu beleuchten. Es wird dazu eingeladen, herausragende und originäre Forschungsarbeiten einzureichen und an der technischen Ausstellung während der Konferenz teilzunehmen.

Weitere Details sind unter folgendem Link zu finden: https://www.dgon-irs.org

ITG Preise 2023

Aufruf für den Dissertationspreis der ITG 2023
Seit 1994 verleiht die Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG) jährlich bis zu drei Dissertationspreise. Mit diesem Preis werden besonders herausragende Dissertationen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Ingenieurinnen und 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. Einsendeschluss für den Dissertationspreis der ITG 2023 ist der **5. Februar 2023**.

Aufruf für den Preis der ITG 2023
Seit dem Jahr 1956 wird der Preis der ITG für besonders hervorragende Publikationen auf dem Gebiet der Informationstechnik an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Ingenieurinnen und Ingenieure verliehen. Jeder Preis ist mit einer Geldprämie von 3 000 Euro sowie einer Urkunde verbunden.
Der Vorstand der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG) bittet um die Einreichung der Unterlagen zur Bewerbung bis zum **15. Februar 2023**.

Aufruf für den „Johann-Philipp-Reis-Preis“ 2023
Das 125-jährige Jubiläum der erstmaligen Präsentation seiner genialen Idee haben die Stadt Friedrichsdorf, die Barbarossa-Stadt Gelnhausen, die Deutsche Telekom und der VDE Verband zum Anlass genommen, einen mit 10 000 Euro dotierten Preis für eine herausragende, innovative Veröffentlichung auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik zu vergeben. Der 1987 erstmalig verliehene Preis wird seither alle 2 Jahre vergeben. Auch 2023 soll der Preis wieder an Ingenieure und Ingenieurinnen oder Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen (Altersgrenze 40 Jahre) verliehen werden, die mit ihrer Arbeit eine bedeutende nachrichtentechnische Neuerung, die auch Auswirkungen auf die Volkswirtschaft hat, in Gang gesetzt haben bzw. eine solche Entwicklung erwarten lassen.
Der ITG Vorstand bittet, Vorschläge für den Johann-Philipp-Reis-Preis 2023 spätestens bis zum **15. April 2023** einzureichen.

Weitere Informationen und Einzelheiten zu den verschiedenen Preisen der ITG finden Sie unter
// www.vde.com/itgpreise

Veranstaltungen

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

26.–28.02.2023, Erfurt
35. ITG/GMM/GI-Workshop Testmethoden und Zuverlässigkeit von Schaltungen und Systemen
ITG, VDE GMM, GI
// www.hs-nordhausen.de/tuz23

27.02.–03.03.2023, Braunschweig
International ITG 26th Workshop on Smart Antennas (WSA) and 13th Conference on Systems, Communications, and Coding (SCC)
ITG, EURASIP
// wsa-scc-2023.org

05.–07.03.2023, Seefeld/Österreich
3rd IEEE – International Symposium on Joint Communications & Sensing (JC&S)
ITG
// jcns-symposium.org

23.03.2023, Ilmenau
Diskussionssitzung des VDE ITG Fachausschusses HF 2 „Moderne Mess- und Testverfahren für drahtlose Übertragungssysteme – Dem Funk auf der Spur“
ITG
// www.vde.com/itg-veranstaltungen

23.–24.03.2023
7. Ambient Medicine® Forum zu CARE REGIO
gemeinsam. innovativ. pflege digital.
CARE REGIO
// care-regio.de/amf/

Call for Papers

09.–10.05.2023, Leipzig
24. VDE ITG Fachtagung Photonische Netze
This conference on photonic networks addresses all these aspects of modern optical communication networks. It shall provide the opportunity for experts to exchange ideas and present works in all these interconnected disciplines. We welcome you in Leipzig for two interesting and inspiring days!
For further information: www.vde.com/photonik-2023
Call for Contribution: January 30th, 2023

06.–09.03.2023, Hamburg
DAGA 2023 – 49. Jahrestagung für Akustik
Die DAGA 2023 findet im Congress Center Hamburg (CCH) statt. Schwerpunkte des Tagungsprogramms werden wieder die angemeldeten Vorträge und Poster sein. In einigen Arbeitsgebieten werden darüber hinaus gezielte strukturierte Sitzungen zu aktuellen Themen angeboten, bei denen die Beiträge von den Organisator(inn)en initiiert werden.
Weitere Infos unter: www.daga2023.de
Einreichungsfrist: 15. Februar 2023

12.–13.06.2023, Berlin
17. ITG Fachkonferenz „Breitbandversorgung in Deutschland“
Entsprechend der aktuellen Entwicklung konzentriert sich die 17. Veranstaltung auf die 5G-Einführung – d.h. auf den aktuellen technischen Entwicklungsstand, Einführungsstrategien, Anwendungsfälle, den technischen und wirtschaftlichen Nutzen sowie auf Zukunftsperspektiven.
Weitere Infos unter: www.vde.com/breitbandversorgung2023
Einreichungsfrist: 20. Februar 2023

Impressum

ITG news

Herausgeber: Informationstechnische Gesellschaft im VDE, Frankfurt am Main

Redaktion: Dr. Volker Schanz, Franziska Bienek

Telefon: 069/6308-360/-312
E-Mail: itg@vde.com
Internet: 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