



# 5G

## INDUSTRIELLE KOMMUNIKATION DER ZUKUNFT

JAHRESTAGUNG  
BMBF-FORSCHUNGSINITIATIVEN 5G

20. JUNI 2017  
Heinz Nixdorf MuseumsForum  
PADERBORN

# Inhalt

|   |    |
|---|----|
| <b>Forschungsprojekte treiben 5G voran</b> .....  | 3  |
| <b>Industrielle Kommunikationssysteme benötigen<br/>das Wissen der Anwender</b> .....                 | 7  |
| <b>Mit der ZDKI wurde ein starkes Fundament geschaffen</b> .....                                      | 9  |
| <br>  |    |
| <b>5G: Industrielles Internet</b>   |    |
| <b>Innovative Technologien und Netzmanagement</b> .....   | 13 |
| <b>I3</b> – Informationszentrische Netze für das Industrielle Internet.....                           | 15 |
| <b>SEKOM</b> – Sichere Echtzeitkommunikation für Industrie und Handel .....                           | 19 |
| <b>SiNSeWa</b> – Sichere Netze für selbstorganisierende Wartungssysteme .....                         | 23 |
| <b>SESAM</b> – Sichere, softwarebasierte Zugangsnetze<br>für die intelligente Fabrik von morgen ..... | 27 |



|   |    |
|---|----|
| <b>FlexSi-Pro</b> – Flexibilität und Sicherheit<br>in der Produktionsanlage der Zukunft ..... | 31 |
| <b>5GANG</b> – 5G angewandt in der Industrie .....  | 35 |
| <b>FIND</b> – Future Industrial Network Architecture.....                                     | 39 |

|   |    |
|---|----|
| <b>5G: Taktiles Internet</b>                              |    |
| <b>Die Projekte AMMCOA, TACNET 4.0, 5G NetMobil</b> ..... | 45 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Ausblick</b>                                       |    |
| <b>Die 5G Evolution verstehen und gestalten</b> ..... | 53 |
| <b>Impressionen</b> .....                             | 57 |
| <b>Ansprechpartner</b> .....                          | 59 |

# Forschungsprojekte treiben 5G voran

Netzwerktechnologien sind das zentrale Nervensystem der Digitalisierung. 5G sorgt für ein Zusammenwachsen dieser Technologien und trägt damit entscheidend zum digitalen Wandel bei – in den Fabrikhallen ebenso wie im Straßenverkehr. Doch auf diesem Weg sind noch Herausforderungen zu bewältigen. Das sind die zentralen Botschaften der Jahrestagung der 5G-Forschungsinitiativen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Im Paderborner Heinz Nixdorf MuseumsForum stellten die Projektmitglieder der drei Forschungsschwerpunkte „ZDKI: Zuverlässige drahtlose Kommunikation in der Industrie“, „5G: Industrielles Internet“ sowie „5G: Taktiles Internet“ ihre Arbeit vor. Gemeinsames Ziel der vom BMBF geförderten Projekte ist es, die Entwicklung von 5G an praxisorientierten Anwendungsbeispielen voranzubringen.

„5G ist ein zentraler Baustein der Digitalisierung“, sagte Dr. Christine Thomas, Leiterin der Unterabteilung „Innovation im Dienste der Gesellschaft“ im BMBF bei ihrer Begrüßung der Tagungsteilnehmer. Deutschland sei das Industrie-4.0-Land Nummer eins und daher sei der Einsatz von 5G-Technologien hierzulande besonders wichtig – „und ich spreche hier von selbst entwickelten und nicht von importierten Technologien.“

Diese Position auszubauen und damit den Produktionsstandort Deutschland zu sichern, dazu sollen die drei Forschungsinitiativen beitragen. So konzentrierten sich die acht Projekte des Forschungsverbunds ZDKI auf die drahtlose Vernetzung im industriellen Umfeld. Prof. Dr. Armin Dekorsy von der Universität Bremen stellte deren Arbeit auf der Tagung vor. Die Ansätze reichen dabei von der Modifizierung der WLAN-Technik bis zur Entwicklung komplett neuer Funkssysteme.



Dr. Christine Thomas (l.) vom BMBF und Prof. Dr. Christine Silberhorn, Vizepräsidentin der Universität Paderborn.

In kompakten Elevator-Pitches präsentierten die sieben Projekte des aktuellen Forschungsschwerpunkts „5G: Industrielles Internet“ die Themen ihrer künftigen Arbeit. Im Fokus steht die Vernetzung der industriellen Prozesse durch flexible und leistungsfähige Kommunikationssysteme und die Entwicklung der dazu notwendigen Technologien. Damit werden wichtige technische Grundlagen für eine funktionale und effiziente Industrie 4.0 geschaffen.



Prof. Dr.-Ing. Ulrich Jumar (r.) im Gespräch mit Dr. Frank Hofmann

Die besondere Herausforderung beim industriellen Internet ist das Aufeinandertreffen zwei bislang getrennter Philosophien in der Produktentwicklung: die der auf lange Zeithorizonte und Robustheit ausgelegten Maschinenbauindustrie und die der von Innovationsdynamik und Flexibilität geprägten IT-Branche.

Die Verantwortlichen der drei Projekte aus der Forschungsinitiative „5G: Taktiles Internet“ stellten sich sowie die Herausforderungen und Ziele ihrer Projekte in einer Podiumsdiskussion vor. Die Runde wurde von Dr. Lutz Stobbe vom Fraunhofer IZM als Vertreter der Begleitforschung IP45G moderiert. Die Projektgruppen haben es sich zur Aufgabe gemacht, Kommunikationssysteme für das taktile Internet – also Anwendungen mit minimalen Reaktionszeiten – auf Basis von 5G-Technologien umzusetzen. Anwendungsfelder sind industrielle Umgebungen, Land- und Baumaschinen sowie der Straßenverkehr.

Unterstützend für die drei 5G-Initiativen wurden vom BMBF Begleitforschungen vorgesehen. Im Fall von ZDKI war dies bisher die BZKI unter Leitung der DKE|VDE. Das Begleitforschungsprojekt IP45G wird zukünftig Informationen für und aus den 5G-Projekten über seine Innovationsplattform aufarbeiten und präsentieren. Die Ausrichtung der Inhalte erfolgt primär für den Förderschwerpunkt „5G: Industrielles Internet“.



Erfolgreiche Staffelstabübergabe zwischen Alexander Bentkus (l.) vom VDE als Vertreter der Begleitforschung ZDKI, und Dr. Gunnar Schomaker vom SICP als Vertreter der Begleitforschung 5G-II.



Über 200 Gäste kamen zur Jahrestagung der BMBF-Forschungsinitiativen 5G.

Sie beschäftigt sich insbesondere mit übergeordneten Fragestellungen und verbindet somit alle drei 5G-Initiativen inhaltlich durch Synergien zwischen den Projekten. Die übergeordneten Fragen zur Technologieentwicklung und Umsetzung werden aber auch für ein breiteres Fachpublikum angeboten. Zentrale Aufgaben bei der Begleitforschung sind das Erschließen von

Synergien sowie die Vernetzung der Verbundvorhaben zur Identifikation von Querschnittsthemen.

Alexander Bentkus von der DKE als Vertreter der BZKI und Dr. Gunnar Schomaker vom SICP – Software Innovation Campus Paderborn als Sprecher für IP45G werden insbesondere im Feld der Standardisierung eng zusammenarbeiten, um Bestehendes in die jüngeren 5G-Initiativen einfließen zu lassen. Laut Schomaker habe die Begleitforschung aber auch die Aufgabe, quasi eine „gemeinsame Sprache“ für 5G zu entwickeln. „Es bilden sich gerade neue Begrifflichkeiten“, so Schomaker „Und wir müssen 5G jetzt auch sprechen lernen.“ Bentkus betonte, es sei wichtig, dass sich auf Veranstaltungen wie der Jahrestagung der 5G-Forschungsinitiativen die Experten aus den verschiedenen Forschungsbereichen austauschen und über die relevanten Themen diskutieren.

Zu diesen zählen unter anderem die künftigen Anwendungsfelder von 5G und die noch vorhandenen Herausforderungen. Diese wurden in den Keynotes angesprochen, die Vertreter aus der Wissenschaft und von Technikanbietern auf der Tagung hielten. So nannte zum Beispiel Dr. Frank Hofmann von der Robert Bosch GmbH neben Industrie 4.0 das vernetzte und automatisierte Fahren als Einsatzfelder für 5G.



Prof. Dr. Holger Karl im Diskurs mit dem Publikum.

Dr. Lutz Stobbe (l.) und Dr. Gunnar Schomaker ziehen Bilanz.



Laut Prof. Dr. Holger Karl von der Universität Paderborn besteht eine von vielen Herausforderung darin, dass 5G-Anwendungen künftig auf verschiedenen Plattformen verteilt lauffähig sein müssen – im Netz, auf dem Desktop, dem Smartphone oder im Auto. Die klassische monolithische Anwendung wird es im Kontext 5G nicht mehr geben können.

Ein immer wiederkehrendes Thema war das Network-Slicing – also parallel betriebene, virtuelle Netze auf Basis einer gemeinsamen, physischen Infrastruktur. Peter Merz von Nokia Bell Labs sieht darin eines der großen Hoffnungsthemen. Allerdings stehe man bei der Entwicklung noch am Anfang. Vor allem bei der Standardisierung und beim Service-Management gebe es noch viel zu tun um eine interferenzfreie Koexistenz der Anwendungen zu ermöglichen.

[www.ip45g.de](http://www.ip45g.de)

## ÜBER 5G

Als vorausschauendes Netz, das selbstständig steuert und regelt, soll 5G die Echtzeit-Verknüpfung von Milliarden von Endgeräten und somit auch von Maschinen sowie Anlagen ermöglichen. Ziel sind ein extrem hoher Datendurchsatz (10 GB/s), minimale Latenz (1 ms), hohe Netzverfügbarkeit und Sicherheit.

Dafür werden sowohl leistungsfähige Technologien als auch die passenden Rahmenbedingungen benötigt. Um 5G in Deutschland voranzutreiben, fordert der VDE unter anderem den Ausbau der Breitband-Infrastruktur, die Erleichterung der Frequenzfreigabe, technologiepolitische Unterstützung für 5G-Testläufe und die Innovationsförderung von Basistechnologien wie der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik sowie langfristiger Grundlagenforschung.

Weitere Informationen zu den ZDKI-Forschungsprojekten:  
[www.industrialradio.de](http://www.industrialradio.de)  
[www.ip45g.de](http://www.ip45g.de)

# Industrielle Kommunikationssysteme benötigen das Wissen der Anwender



Das Gelingen der digitalen Transformation wird maßgeblich über die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes Deutschland entscheiden. Die Befähigung der deutschen Industrie zur Entwicklung robuster Kommunikationssysteme welche den vielfältigen Anforderungen industrieller Anwendungen genügen, war Ziel des ZDKI Programms.

# Mit der ZDKI wurde ein starkes Fundament geschaffen

Die Begleitforschung des Forschungsprogramms „Zuverlässige drahtlose Kommunikation in der Industrie – ZDKI“ wurde von Herrn Prof. Armin Dekorsy von der Universität Bremen in einem zusammenfassenden Ergebnisvortrag vorgestellt. Die Projekte im Förderschwerpunkt ZDKI bilden den Startpunkt für die Forschungsaktivitäten der drei Förderschwerpunkte des BMBF und wurden durch das Begleitforschungsprojekt BZKI unterstützt. In seinem Vortrag reflektierte er die Ziele und Ergebnisse der Forschungsprojekten entlang der Ziele der Förderschwerpunkte und stellte sie in einen Zusammenhang mit den aktuellen Forschungsbedarfen.

In modernen und komplexen Industrieanlagen kommunizieren mehr und mehr Systeme miteinander. Nach Berechnungen eines Fachverbandes kann durch den Einsatz und die Vernetzung von Sensoren, Aktoren und Steuereinheiten die Produktionsleistung bei diesen Anlagen um bis zu 30 % gesteigert werden. Um kabelgebundene Systeme zu ersetzen, wurde im Forschungsprojekt DEAL die Realisierung eines vollständigen, drahtlosen Kommunikationssystems betrachtet. Ergänzend wurde im Vorhaben OWICELLS die Datenübertragung um eine optische Drahtlosübertragungstechnik erweitert, die zudem eine hohe Zuverlässigkeit dieser Multipunkt-zu-Multipunkt Kommunikation erreicht. Die optische Freiraumkommunikation bietet so einen neuen Ansatz, um das Problem der Anfälligkeit für elektromagnetische Störungen zu lösen. Das Projekt Kol verfolgt das Ziel, ein integriertes Gesamtkonzept für die drahtlose Kommunikation im industriellen Umfeld zu schaffen, welches die Latenz- und Zuverlässigkeitsanforderungen erfüllt. Diesen Anforderungen trotz der diffizilen Umge-



Sarah Willmann und André Gnad vom ifak - Institut für Automation und Kommunikation e.V., Magdeburg

bedingungen und Störungen gerecht zu werden, bildet einen Schwerpunkt der Forschungsfragen.

Zur Anwendung dieser Funktechnologien müssen die Kommunikationssysteme, die an der Interaktion unterschiedlicher Produktionssysteme beteiligt sind, in einem durchgängigen Design aufeinander abgestimmt



Funktionsmuster für hochperformante, sichere Funktechnologien und deren Systemintegration in eine prototypische industrielle Closed-Loop-Automatisierungslösungen

sein. Neben der reinen Datenübertragung ist auch das gesamte Ressourcen- und Netzwerkmanagement wichtig. Das Projekt HiFLecs widmet sich der Aufgaben, mit diesem erweiterten Wissen neue Funkverfahren und Algorithmen zu erforschen und daran anknüpfend die geeignete Umsetzung für Automatisierungssysteme in der Fertigung zu unterstützen. Das Vorhaben SBDist befasst sich mit der „Sicheren und latenzarmen Breitbandübertragung über kurze Distanzen“ und hat eine neue Funktechnologie entwickelt, die eine zuverlässige und schnelle Übertragung von großen Datenvolumen zwischen sich bewegenden Einheiten über wenige Meter erlaubt. Neben der Schaffung einer zuverlässigen und latenzarmen Funkschnittstelle mit hohem Datendurchsatz legt das Projekt PROWILAN ein besonderes Augenmerk auf die Bereitstellung eines kompletten Systems für den industriellen Einsatz in Anwendungsfeldern der Mensch-Maschine-Interaktion. Dies ist eine wichtige Grundlage für den industriellen Gebrauch von Augmented Reality.

Das Projekt Treu-Funk beabsichtigt, einen hochintegrierten Mikrochip anzufertigen. Die Innovation manifestiert sich in der Möglichkeit, spezielle Konfigurationen für unterschiedliche drahtlose Kommunikationslösungen in Industrieanwendungen umzusetzen und gleichzeitig sicher, schnell und zuverlässig zu bleiben. Der hochintegrierte TreuFunk-Microchip wird die drahtlose Vernetzung für zeitkritische Anwendungen wie Regelkreise

für Industrie 4.0-Applikationen erst ermöglichen. Im Verbundprojekt ParSec wurde ein paralleles, zuverlässiges und sicheres Funksystem zur latenzoptimierten Fabrikautomatisierung entwickelt. Die technologische Innovation des Projekts besteht in einem Kodierungsverfahren, welches die gleichzeitige Ansteuerung von Geräten durch eine einzige zentrale Steuereinheit erlaubt.



Projekte im Gespräch



# Innovative Technologien und Netzmanagement



e dieses Jahres Entwicklung der Use Cases sowie Beginn der Arbeiten an Architektur

basierte, echtzeitfähige und sichere Produktionsanalgen der Zukunft

Perspektive der Automatisierungstechnik

Flexibilität

Internet- bzw. Internet-der-Dinge-Perspektive

FlexSI-Pro

Zeitsensitivität

Sicherheits

20.06.2017

In „Elevator Pitches“ stellten die Projektkoordinatoren des Forschungsschwerpunkts 5G: Industrielles Internet ihre Projekte bei der Jahrestagung vor.



## INFORMATIONSEN- ZENTRISCHE NETZE FÜR DAS INDUSTRIELLE INTERNET

### MOTIVATION

Viele Prozesse in sicherheitskritischen Industrieanlagen werden heute mit Hilfe von Netzwerken aus Sensoren und Aktoren gesteuert. Umgesetzt sind meist herstelleregebundene Vernetzungslösungen, die den Leistungs- und Kostenanforderungen eines Industriellen Internets nicht mehr gerecht werden und durch modernere Lösungen ersetzt werden müssen. Künftige Netze müssen flexibel und erweiterbar sein, so dass auch heterogene Technologien integriert werden können. Dies gilt insbesondere für die standortübergreifende Steuerung und Überwachung lokaler Sensornetze. Das Internet-Protokoll stellt dafür keine überzeugende Lösung bereit, da es angreifbar ist und Sicherheitslösungen für diesen Einsatz zu aufwendig sind. Das Vorhaben I3 zielt auf Anwendungsfälle in der Öl-, Gas- und petrochemischen Industrie. Dort müssen z. B. Daten von stationären und mobilen Gas- und Flammendetektionssystemen in Echtzeit sicher und fehler-tolerant ausgetauscht werden.

### ZIELE UND VORGEHEN

Ziel ist es, lokale Netze zu erforschen, die eine sehr hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit im industriellen Einsatz erlauben. I3 nutzt dafür die Potenziale von inhaltsbasiertem Routing, d. h. der Datenweiterleitung anhand des Nachrichteninhalts und nicht anhand eines expliziten Zielpunktes im Netz. Darauf aufbauend werden informationszentrische Netzwerke (ICN) für ein Industrielles Internet entwickelt.



Prof. Dr. Matthias Wählich vom Institut für Informatik der Freien Universität Berlin stellte das Projekt I3 vor.

Diese Art des Routings birgt sowohl das Potenzial, die Komplexität der Netzwerkprotokolle zu verringern, als auch inhaltsbezogene Differenzierungen und Optimierungen des Datenverkehrs zu ermöglichen. Optimierungspotenzial besteht z. B. durch Datenpufferung und die Vorhersage des Datenstroms. Dadurch können Kommunikationsausfälle überbrückt und Übertragungskapazitäten geschont werden.

### INNOVATIONEN UND PERSPEKTIVEN

Insgesamt kann durch die Projektergebnisse der sichere Betrieb für Infrastruktur und Endgeräte verbessert werden. Die autonome Selbstkonfiguration und Authentifizierung von Sensoren und Aktoren wird durch schlanke Sicherheitsverfahren erleichtert. Die in I3 zu entwerfende Netzwerksoftware wird modular und quelloffen aufgebaut und so erheblich zur Flexibilisierung von Industrienetzen beitragen. Die inhaltsbezogene Datenverkehrsoptimierung ermöglicht eine effiziente Zusammenführung von gewonnenen Daten und deren Verarbeitung in einer verteilten Cloud-Infrastruktur. Hierdurch kann die Kalibrierung der Sensoren verbessert werden, Daten können in einem größeren Zusammenhang korreliert und Arbeiter in Echtzeit vor Gefahren gewarnt werden.

### PROJEKTPARTNER:

- Freie Universität Berlin
- Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg
- MSA Technologies and Enterprise Services GmbH, Berlin

### PROJEKTLAUFZEIT:

Juli 2016 bis Juni 2019

# SEKOM: Sichere Echtzeitkommunikation für Industrie und Handel



Im Projekt SEKOM werden neue Funktionen und Verfahren für lokale, funkbasierte Kommunikationsnetze in der Industrie entwickelt und anhand zweier Demonstratoren für die Bereiche Smart Factory bzw. Smart Shopping evaluiert. Eine zentrale Innovation bilden neue vorausschauende und selbstlernende Methoden zur Optimierung des Kommunikationsnetzes durch proaktive Ressourcenzuordnung und proaktive Datenbevorratung.

## PROJEKTPARTNER:

- Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin
- Diebold Nixdorf, Paderborn
- Technische Universität München, München
- nicos AG, Münster
- Nokia Bell Labs, Stuttgart
- OWITA GmbH, Lemgo

## PROJEKTLAUFZEIT:

Januar 2017 bis Juni 2019

## SICHERE ECHTZEIT-KOMMUNIKATION FÜR INDUSTRIE UND HANDEL

### MOTIVATION

Wirtschaftszweige wie Industrie und Handel erfahren durch die vierte industrielle Revolution einen starken Wandel. Drahtlose Vernetzung ist eine Grundvoraussetzung geworden, um in Fabriken und Verkaufsorten eine moderne Kommunikationsinfrastruktur zu erschaffen. Eine Vielzahl mobiler Geräte und Sensoren wird auf engem Raum miteinander kommunizieren. Dabei werden sensible Daten oft unter zeitkritischen Anforderungen ausgetauscht. Die Kommunikation im Netz muss ausfall- und abhörsicher organisiert sein. Existierende Funknetzlösungen können alle diese Anforderungen nicht erfüllen.

### ZIELE UND VORGEHEN

Im Projekt SEKOM werden neue Funktionen und Verfahren für lokale, funkbasierte Kommunikationsnetze in der Industrie entwickelt und anhand zweier Demonstratoren für die Bereiche Smart Factory bzw. Smart Shopping evaluiert. U.a. werden Mechanismen zur Unterstützung von zeitkritischen Anwendungen in dichten Netzen erforscht. Dabei steuern Zugangsknoten den Funknetzverkehr und fungieren als verteilte kooperative Puffersysteme, die Daten im Netz verarbeiten, kodieren und lokal bevorraten. Durch eine solche In-Netz-Datenverarbeitung können das zu übertragende Datenvolumen und vor allem die damit einhergehende Übertragungsverzögerung verringert werden. Zur Abwehr von

Lauschangriffen werden die relevanten Anwendungsdaten so auf verschiedene Zugangsknoten aufgeteilt, dass Angreifer keine sensitiven Daten ausspähen oder rekonstruieren können, auch wenn sie Zugang zu einzelnen Knoten erlangen. Zusätzlich werden Verfahren erforscht, um die Übertragungswege im Netzwerk zu optimieren und die Verweildauer der benötigten Daten auf den Knoten zu minimieren.

### INNOVATIONEN UND PERSPEKTIVEN

Eine zentrale Innovation bilden neue vorausschauende und selbstlernende Methoden zur Optimierung des Kommunikationsnetzes durch proaktive Ressourcenzuordnung und Datenbevorratung. Grundlage hierfür ist die Antizipation der Bewegung eines Endgeräts in der Fabrik durch das Netzwerk und das Bereithalten der benötigten Daten und Ressourcen an der richtigen Stelle. Dabei bleiben Vertraulichkeit und Authentizität der empfangenen bzw. gespeicherten Informationen gewahrt. Durch die im Projekt erforschten flexiblen und skalierbaren Kommunikationslösungen, die charakteristische Eigenschaften heterogener, industrieller Kommunikationsnetze und industrieller Anwendungen selbstständig lernen, werden intelligente Werksprozesse sowie Anwendungen vom Smart Shop über die Smart Shopping Mall bis hin zur Smart City möglich.



Prof. Dr.-Ing. Slawomir Stanczak vom Fachgebiet Netzwerk-Informationstheorie der Technischen Universität Berlin zum Projekt SEKOM.

# SiNSeWa: Sichere Netze für selbstorga- nisierende Wartungssysteme



Im Forschungsprojekt SiNSeWa werden an Beispielen der Flugzeug- und Bahntechnik sichere Wartungsnetze auf Basis neuartiger 5G Kommunikationstechnologien entwickelt. Ein besonderer Fokus liegt auf der Datensicherheit und Zuverlässigkeit im Bereich der Vernetzung der Maschinen untereinander.

## SICHERE NETZE FÜR SELBSTORGANISIERENDE WARTUNGSSYSTEME

### MOTIVATION

Technische Anlagen in der Industrie sind heute immer häufiger mit Sensorik und Eigen-diagnosefunktionen ausgestattet, die Daten über den aktuellen Betriebszustand der Systeme sammeln. So entstehen neue Möglichkeiten des Informationsaustauschs im Produktions- und Wartungsprozess. Daten, die für die Zustand-überwachung und Optimierung der Anlagen wichtig sind, aber möglicherweise die Sicherheit betreffen, sind vor unbefugtem Zugriff zu schützen. Die gesammelten Informationen müssen daher für die Techniker so aufbereitet werden, dass sie nur die für die Wartung nötigen Teilm Informationen erhalten und nicht auf sicherheitskritische Daten der Anlagen zugreifen können.

### ZIELE UND VORGEHEN

Im Projekt SiNSeWa untersuchen die beteiligten Partner Szenarien zum sicheren und flexiblen Informationsaustausch in industriellen Netzen. Die Forschungs- und Entwicklungsaufgabe besteht darin, sichere Wartungsnetze an Beispielen der Flugzeug- und Bahntechnik unter Ausnutzung von neuartigen 5G-Kommunikationstechnologien zu entwickeln. Diese bieten ein Vielfaches an Datenübertragungsraten bei erheblich reduzierten Verzögerungen und geringem Energiebedarf. Das geplante System umfasst die Vernetzung der Maschinen untereinander. Besondere Aufmerk-

samkeit wird der Entwicklung von Lösungen zur Datensicherheit und Zuverlässigkeit gewidmet, die in physischen und virtuellen Demonstratorumgebungen nachgewiesen werden. Die konkrete Umsetzung des intelligenten Wartungssystems erfolgt in Form von zwei Demonstratoren.

### INNOVATIONEN UND PERSPEKTIVEN

Das geplante Netz für intelligente, dezentrale Wartungsplanung und -steuerung steigert nicht nur die Sicherheit, sondern auch die Effizienz in Verkehrssystemen wesentlich. So führen beispielsweise bei Fluggesellschaften bereits kleine Effizienzgewinne zu entscheidenden Vorteilen im harten internationalen Wettbewerb. Im Bereich des Verkehrsträgers Schiene sind Effizienzoptimierungen neben der sicheren Kommunikation für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit ebenso von enormer Wichtigkeit. Die zu entwickelnde Kommunikationslösung ist perspektivisch auch auf andere Verkehrssysteme übertragbar. Das Projekt SiNSeWa trägt dazu bei, die Vernetzung in den Industrielandschaften der Zukunft und den sicheren Zugang zu kritischen Daten und Systemen zu ermöglichen.



Dipl.-Ing. Ronald Steinke, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Geschäftsbereich Next Generation Network Infrastructures des Fraunhofer-Instituts für Offene Kommunikationssysteme über das Projekt SiNSeWa.

### PROJEKTPARTNER:

- OpenLimit SignCubes GmbH, Berlin
- Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS, Berlin
- Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Berlin
- YACOUB Automation GmbH, Berlin
- airberlin technik GmbH, Berlin
- Interautomation Deutschland GmbH, Berlin

### PROJEKTLAUFZEIT:

Mai 2017 bis Oktober 2019

# SESAM: Sichere, softwarebasierte Zugangsnetze für die intelligente Fabrik von morgen



Im Forschungsprojekt SESAM geht es um die Entwicklung eines Konzepts für die zuverlässige, latenzarme und sichere drahtlose Kommunikation zwischen mobilen Robotern in der Fabrik. Dazu werden die Vorteile optischer und funkbasierter drahtloser Lösungen mit denen drahtgebundener in einem System vereint.

## PROJEKTPARTNER:

- Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin
- Rohde & Schwarz SIT GmbH, Berlin
- BISDN GmbH, Berlin
- R3 – Reliable Realtime Radio Communications GmbH, Berlin
- BMW AG
- Deutsche Telekom AG
- OSRAM AG

## PROJEKTLAUFZEIT:

Mai 2017 bis April 2020

## SICHERE, SOFTWARE-BASIERTE ZUGANGSNETZE FÜR DIE INTELLIGENTE FABRIK VON MORGEN

### MOTIVATION

Immer mehr Waren lassen sich heutzutage über das Internet individuell gestalten: Wir erhalten „personalisierte Produkte“. Durch die höhere Produktvielfalt reduziert sich jedoch die individuelle Stückzahl. In der intelligenten „Fabrik von morgen“ werden Kundenwünsche in Produktionsabläufe (Programme) übersetzt. Diese Programme werden an mobile Roboter geschickt, die das Produkt dann herstellen. Die mobilen Roboter sind auf eine drahtlose Vernetzung angewiesen, um entsprechend flexibel zu sein. Dazu müssen die Roboter über viele verteilte drahtlose Zugangspunkte in der Fertigungshalle kommunizieren. Zudem gilt es, die Störungen zwischen den Funkknoten, die durch den Betrieb auf engstem Raum entstehen, zu koordinieren. So wird das Funkspektrum effizient genutzt.

### ZIELE UND VORGEHEN

Im Projekt SESAM wird für die intelligente Fabrik der Zukunft ein ganzheitliches Konzept für die zuverlässige, latenzarme und sichere, drahtlose Kommunikation zwischen mobilen Robotern entwickelt. Dabei werden parallel sowohl optische als auch funkbasierte drahtlose Lösungen zur Erweiterung der drahtgebundenen Industriernetze genutzt, um die Vorteile beider Welten in einem drahtlosen Kommunikationssystem zu vereinen: Funksysteme bieten hier eine bessere Abdeckung, während optische drahtlose Systeme mit höheren Datenraten und in punkto Sicherheit aufwarten können.

Die optische drahtlose Kommunikation erfolgt über sichtbares Licht (z. B. Büro- und Hallenbeleuchtung). Der Ansatz eines softwaredefinierten Netzes ermöglicht einen sicheren, mobilen Funkzugang, um mobile Roboter latenzarm und auf dem kürzesten Weg mit der Cloud zu verbinden. Die netzseitige Verschlüsselung erfolgt bereits in der Cloud und nicht erst nach den drahtlosen Zugangspunkten. Die Kommunikationsarchitektur soll eine latenzarme Übergabe von mobilen Funkteilnehmern zwischen den Funkzugangsknoten erlauben. Dazu wird der Datenstrom zwischen den drahtlosen optischen und funkbasierten Zellen kooperativ und vorausschauend ohne Datenverlust umgeschaltet.

### INNOVATIONEN UND PERSPEKTIVEN

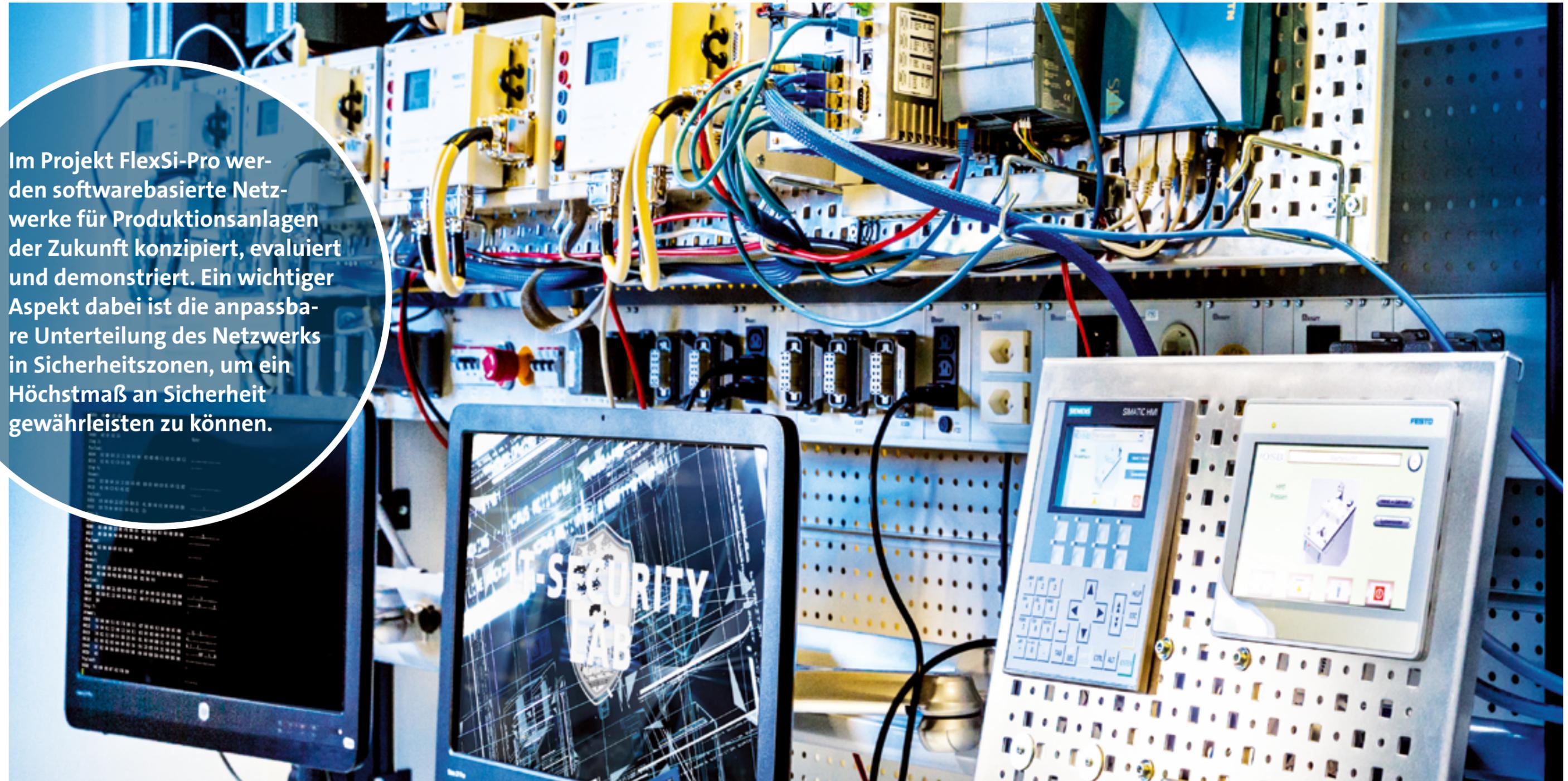
Mithilfe softwarebasierter Netze wird in SESAM eine latenzarme Mobilitätsfunktion mit einem neuartigen Sicherheitskonzept verknüpft. Neben einer latenzarmen, hochzuverlässigen Funklösung wird Licht als drahtloses Kommunikationsmedium eingesetzt, weil es in der Werkshalle gegenüber Angriffen, die von außerhalb der Werksmauern kommen, nahezu unangreifbar ist.



Dr.-Ing., MBA Ronald Freund, Abteilungsleiter Photonische Netze und Systeme des Fraunhofer-Instituts für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, stellt das Projekt SESAM vor.

# FlexSi-Pro: Flexibilität und Sicherheit in der Produktionsanlage der Zukunft

Im Projekt FlexSi-Pro werden softwarebasierte Netzwerke für Produktionsanlagen der Zukunft konzipiert, evaluiert und demonstriert. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die anpassbare Unterteilung des Netzwerks in Sicherheitszonen, um ein Höchstmaß an Sicherheit gewährleisten zu können.



## FLEXIBILITÄT UND SICHERHEIT IN DER PRODUKTIONSANLAGE DER ZUKUNFT

### MOTIVATION

Produktionsanlagen für die Industrie 4.0 benötigen eine deutlich höhere Flexibilität als herkömmliche Industrieanlagen. Letztere sind zwar bereits heute echtzeitfähig, müssen aber noch überwiegend manuell konfiguriert werden. Um dem Bedarf nach Flexibilität und Kosteneffizienz gerecht zu werden, sollen sich Produktionsanlagen zukünftig schnell und autonom konfigurieren lassen.

### ZIELE UND VORGEHEN

Ziel des Projekts FlexSi-Pro ist es, softwarebasierte Netzwerke für Produktionsanlagen der Zukunft zu konzipieren, zu evaluieren und zu demonstrieren. Das heißt, die Netzadministration einer Fabrik verwaltet den Datenverkehr durch eine Steuerungssoftware zentral, ohne dass manuelle Zugriffe vor Ort auf die einzelnen Netzkomponenten erfolgen müssen. Um das zu erreichen, werden Ansätze der flexiblen Netzwerkkonfiguration und IT-Sicherheit, die in Datenzentren heute schon umgesetzt werden, im Industrie-4.0-Kontext übernommen und weiterentwickelt. Die Steuerungssoftware kann dann beispielsweise bei Bedarf bestimmte Datenpakete priorisieren oder blockieren. So werden die hohen Anforderungen der Industrie 4.0 an eine Echtzeitkommunikation erfüllt.

Ein wichtiger Ansatz zur IT-Sicherheit, der bei FlexSi-Pro mit aufgenommen wird, ist die anpassungsfähige Unterteilung des Netzwerks in Sicherheitszonen. Zugriffe auf Systeme oder Dienste über Zonengrenzen hinweg werden dabei nur sehr eingeschränkt zugelassen. Angreifern von außen und innen wird so der Zugriff verwehrt. Im Ergebnis entsteht ein Netzwerk für Produktionsanlagen, das höchsten Anforderungen an Robustheit, Sicherheit und Reaktionsschnelligkeit genügt.

### INNOVATIONEN UND PERSPEKTIVEN

In dem Projekt werden Konzepte softwarebasierter Netze auf automatisierte Produktionsanlagen übertragen. So werden die Vorteile softwarebasierter Netzsteuerungen genutzt und dabei die hohen Anforderungen für Echtzeitkommunikation erfüllt. Der Einsatz dieser Netze birgt große Potenziale für die Industrie 4.0. Durch die Einführung softwaredefinierter Netze werden perspektivisch Ressourcen optimal eingesetzt. Dies spielt etwa bei der effizienten Nutzung von Rechenressourcen und verschiedener IT-Dienste, beispielsweise Datenbanken, eine Rolle.

### PROJEKTPARTNER:

- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Karlsruhe
- Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe
- WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe
- Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH, Hattersheim
- HOMAG Holzbearbeitungssysteme GmbH, Schopfloch
- Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Detmold

### PROJEKTLAUFZEIT:

Januar 2017 bis Dezember 2019



Steffen Pfrang aus der Abteilung Informationsmanagement und Leittechnik des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung stellte das Projekt FlexSi-Pro vor.

## 5GANG: 5G angewandt in der Industrie

Schneller, robuster, zuverlässiger: 5GANG steht für eine effiziente und leistungsfähige Vernetzung in der Produktion (auch standortübergreifend) durch 5G- und Cloud-Techniken. Schwerpunkte sind erstens eine flexible Produktion und zweitens eine automatische Zustandserfassung und Steuerung der „Fabrik von morgen“.



## PROJEKTPARTNER:

- Ericsson GmbH, Herzogenrath
- Robert Bosch GmbH, Renningen
- Technische Universität Dresden
- Werkzeugmaschinenlabor (WZL) an der RWTH Aachen
- Technische Universität Kaiserslautern
- Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e. V. an der RWTH Aachen
- Sick AG, Waldkirch
- Schildknecht AG, Murr

## PROJEKTLAUFZEIT:

Januar 2017 bis Dezember 2019

# 5G ANGEWANDT IN DER INDUSTRIE

## MOTIVATION

Unternehmen müssen ihre Herstellungsprozesse beschleunigen, den Einsatz von Ressourcen optimieren und gleichzeitig schnell und flexibel auf individuelle Kunden- und Marktbefürfnisse reagieren. Es werden daher neue Verfahren benötigt, die Kosten sparen, die Flexibilität erhöhen und gleichzeitig die Gesamtanlageneffizienz weiter verbessern.

## ZIELE UND VORGEHEN

Ziel des Projekts ist es, ein industrielles Kommunikationskonzept von Technologien der 5. Mobilfunkgeneration (5G) zu erforschen und zu entwickeln. Der Schwerpunkt liegt dabei auf folgenden zwei Bereichen:

### 1. Anwendung von 5G-Funk- und Netzwerktechnik in der Produktion

Dabei geht es darum, Fertigungskomponenten schnell und dynamisch an verschiedene Anforderungen anzupassen, Prozesse entsprechend flexibel zu gestalten und eine Abstimmung von Produktionsprozessen in Echtzeit zu ermöglichen.

### 2. Effiziente Vernetzung einer großen Anzahl von Sensoren

Massive Sensornetzwerke bilden die Basis für eine Vielzahl von Anwendungsfällen im Kontext Industrie 4.0 – von der detaillierten Zustandsüberwachung einer Anlage, über eine vorausschauende Wartung bis hin zur Detektion von Anomalien in der laufenden Produktion. Im Rahmen von 5GANG soll dabei insbesondere die Energieeffizienz der drahtlosen Sensorknoten optimiert und gleichzeitig die Echtzeitfähigkeit eines solchen Systems verbessert werden.

## INNOVATIONEN UND PERSPEKTIVEN

Virtuelle, standortübergreifende Industrienetze werden auf Basis der 5G Technologie entlang der gesamten Wertschöpfungskette vernetzt. Im Projekt 5GANG werden existierende industrielle Kommunikationslösungen durch 5G-Techniken so erweitert, dass sie sich für den Einsatz in der Industrie 4.0 eignen.



Henning Buhr, Master Systems Designer bei der Ericsson GmbH, erläuterte die Ziele im Projekt 5GANG.

# FIND: Future Industrial Network Architecture



Effizient, sicher,  
anwendungsfreundlich:  
FIND steht für eine neue  
Netzwerkarchitektur, die  
komplexe Industrieanlagen  
automatisiert vernetzt. Ein  
Schwerpunkt ist die Konzipie-  
rung und Implementierung  
eines neuartigen Netzwerk-  
steuerungssystems.

## FUTURE INDUSTRIAL NETWORK ARCHITECTURE

### MOTIVATION

In einer modernen Produktionsanlage arbeiten die unterschiedlichsten Systeme zusammen. Beispiele für solche Systeme sind Roboter, CNC-Maschinen, Sensoren und Steuerungsanlagen. Für die Kommunikationstechnik stellt die Vernetzung dieser heterogenen Systeme und deren Komponenten eine große Herausforderung dar. Insbesondere gilt dies für die hohen Anforderungen an die Flexibilität, die Selbstorganisation und den Grad der Dienstgüte. Aktuelle Internet- oder Mobilfunktechnologien, die heute bereits im Einsatz sind, leisten dies noch nicht im notwendigen Umfang.

### ZIELE UND VORGEHEN

Ziel des Projekts ist es, Konzepte zur effizienten, sicheren und anwenderfreundlichen Vernetzung von Systemen in Produktionsanlagen für die Industrie 4.0 zu erarbeiten. Es entsteht eine Architektur, die die Kommunikation bestehender und neu zu entwickelnder Systeme und deren Komponenten zusammenführt. Dabei werden aktuelle Entwicklungen der fünften Mobilfunkgeneration (5G), wie beispielsweise Cloud- und Virtualisierungstechnologien, berücksichtigt.

Eines der wichtigsten angestrebten Ergebnisse ist die Konzeption und Implementierung eines neuartigen Netzwerksteuerungssystems. Dieses garantiert beispielsweise für angeschlossene Komponenten - wie Sensoren oder Aktoren, dass deren Anforderungen an Datenraten und Echtzeitfähigkeit bei angemessener Berücksichtigung von Security erfüllt werden.



Prof. Dr.-Ing. Hans D. Schotten vom Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern zum Projekt FIND.

Weitere Forschungsgegenstände sind die Entwicklung von Steueralgorithmen, Schnittstellen und Adaptern zur Integration von unterschiedlichsten Vernetzungstechnologien in die FIND-Architektur.

### INNOVATIONEN UND PERSPEKTIVEN

Die im Projekt FIND erarbeiteten Lösungen ermöglichen die Integration von Systemen und Komponenten von Produktionsanlagen sowie das Management komplexer Kommunikationsnetze im Kontext von Industrie 4.0. Dabei bringt der Einsatz neuester Internet- und Mobilfunktechnologien signifikante Kostenvorteile. Damit schafft FIND die Voraussetzung für die Integration von Echtzeitkommunikation und IoT-basierter Anwendungen in einer einheitlichen Netzwerkarchitektur. Mithilfe eines einheitlichen Sicherheitsmodells kann darüber hinaus die nutzerfreundliche Darstellung aller sicherheitsrelevanten Vorgänge ermöglicht werden.

Mit FIND hat der Anwender die Kontrolle über den gesamten Produktionsprozess. Die im Projekt erzielten Ergebnisse werden insbesondere auch kleinen und mittleren Unternehmen zugänglich gemacht. FIND schafft so für alle Unternehmen Zugänge zu den Vorteilen der Industrie 4.0.

### PROJEKTPARTNER:

- DFKI GmbH, Kaiserslautern
- Festo AG & Co. KG, Esslingen am Neckar
- Robert Bosch GmbH, Renningen
- Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo
- HMS Technology Center Ravensburg GmbH, Ravensburg
- Bosch Rexroth AG, Lohr am Main
- rt-solutions.de GmbH, Köln
- Siemens AG, München
- Technische Universität Dresden
- Universität Passau

### PROJEKTLAUFZEIT:

Januar 2017 bis Dezember 2019



# Die Projekte AMMCOA, TACNET 4.0, 5G NetMobil



Den Abschluss der Jahrestagung bildete eine Podiumsdiskussion zum Forschungsschwerpunkt 5G: Taktiles Internet. Die Diskussion wurde von Dr. Lutz Stobbe, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, geleitet.

# Drei Projekte – ein Ziel: echtzeitfähigen Vernetzung im 5G-Kontext

## Die Gesprächsteilnehmer der Podiumsdiskussion waren:

1. Verbundprojekt **AMMCOA**: Dr. Thomas Haustein, Fraunhofer Heinrich Hertz Institut, Dr. Heinrich Heiss, Infineon Technologies AG
2. Verbundprojekt: **TACNET 4.0**: Prof. Dr. Hans Dieter Schotten, DFKI, Dr. Peter Rost, Nokia Deutschland
3. Verbundprojekt: **5G NetMobil**: Norman Franchi, TU Dresden, Andreas Kwoczek, Volkswagen AG

## AMMCOA

### – hoch zuverlässige und echtzeitfähige Vernetzung für Land- und Baumaschinen

Die technisch-funktionalen Anforderungen an 5G-Kommunikationsnetze sind primär durch sehr hohe mobile Bandbreite, extreme Nutzerdichte und Echtzeitfähigkeit definiert. Was sind die technischen Herausforderungen im Verbundprojekt AMMCOA?

Die flexible und ressourceneffiziente Vernetzung von mobilen Maschinen stellt eine besondere Aufgabe im Kontext 5G: Taktiles Internet dar. Land- und Baumaschinen werden immer autonomer und agieren mit höchster Präzision. Technische Herausforderungen für die Kommunikationstechnik dieser mobilen Systeme sind die extremen Umgebungsbedingungen, unter denen sie eingesetzt werden. Vegetation, Staub, Schmutz, Feuchte und Hitze beeinträchtigen zum Beispiel das Kanalverhalten der Luftschnittstelle. Das Verbundprojekt AMMCOA stellt sich die Aufgabe, eine 5G-basierte, hochzuverlässige und echtzeitfähige Vernetzung für hochautomatisierte Land- und Baumaschinen zu realisieren.



Dr.-Ing. Norman Franchi,  
Forscher am Vodafone-Stiftungslehrstuhl Mobile  
Nachrichtensysteme der TU Dresden



Dr.-phil. Lutz Stobbe, Fraunhofer IZM;  
Dr.-Ing. Norman Franchi, Tu Dresden;  
Andreas Kwoczek, Volkswagen AG (v. l.)

Wodurch unterscheiden sich stationäre 5G-Netze von der mobil mitführbaren und infrastrukturlosen Vernetzungslösung, wie sie im AMMCOA Projekt erforscht wird?

Die Anwendungsszenarien im Bereich der Land- und Baumaschinen benötigen eine dynamische und bedarfsangepasste Erweiterung des stationären 5G-Netzes. Gerade zur Gewährleistung einer hoch datenratigen drahtlosen Kommunikation und sehr niedriger Verzögerungszeit werden mm-Wellen-basierte Luftschnittstellen und andere 5G-Technologien für den mobilen Einsatz adaptiert. Die Vernetzungslösungen sollen beispielsweise eine integrierte Lokalisierungsfunktionalität aufweisen und sich automatisch in bestehende Mobilfunknetze einbinden lassen.

Welche Anforderungen werden an die 5G Hardware im industriellen Einsatz gestellt?

Im Gegensatz zu Geräten im privaten Endkundensegment werden im industriellen Kontext von Maschinen weitaus längere Nutzungszeiten und Produktlebenszyklen erreicht. 5G-Technologien und deren essentiellen Hardware-Komponenten müssen für die industrielle Anwendung daher meist höhere Qualitätskriterien erfüllen. Da der größte Teil dieser Mikroelektronik nicht aus deutschen Unternehmen kommt, ist die langfristige Sicherstellung der Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Hardware ein nicht zu unterschätzendes wirtschaftspolitisches Thema. Bereits bei der Entwicklung von 5G-Systemen muss die ökonomische Sicherstellung der technologischen Basis frühzeitig adressiert werden. Technologische Souveränität bedeutet eine uneingeschränkte Verfügbarkeit aller wesentlichen Technikelemente.



Dr.-Ing. Heinrich Heiss, Director Technical Marketing and System Engineering für mmW Applications, Infineon Technologies

## TACNET 4.0

### – hoch zuverlässige und echtzeitfähige Vernetzung für Industrie 4.0

Das Projekt TACNET 4.0 hat den Anspruch, ein einheitliches 5G-Kommunikationssystem zu entwickeln, das hoch performante Kommunikationslösungen für den Anwendungsfall Industrie 4.0 nutzbar macht. Mit welchen Ansätzen soll diese geforderte Durchgängigkeit erreicht werden?

Standardisierte Schnittstellen und ein weitgehend selbständiges Netzwerkmanagement sind zwei essentielle Elemente in diesem Zusammenhang. Gerade im industriellen Kontext müssen häufig viele unterschiedliche Funksysteme in hoher Stückzahl gleichzeitig initiiert und aufrechterhalten werden. Mit der Forderung nach steigenden Datenraten und minimaler Verzögerung wird die Gewährleistung dieser Flexibilität zur technischen Herausforderung. Ressourceneffizienz und Zuverlässigkeit sind weitere Faktoren. TACNET 4.0 untersucht daher auch methodische Ansätze und Verfahren, wie solche rechenintensiven Steuer- und Managementfunktionalitäten in die Cloud ausgelagert werden können.



Welche weiteren Attribute fordert die Industrie bezüglich einer 5G-Lösung?

Die funktionalen Anforderungen einer industriellen 5G-Anwendung sind enorm. Die geforderte Leistungsfähigkeit bezüglich Datenrate, Latenz und Flächendeckung wird um die Eigenschaften zuverlässig, sicher und flexibel ergänzt. Weitere Anforderungen sind Anwenderfreundlichkeit und Handhabbarkeit. Es muss ein funktionaler und ökonomischer Mehrwert beim industriellen Nutzer mit 5G generiert werden. Neue Technologien, wie Network-Slicing, Edge Computing, PHY Caching, etc., bieten effektive Lösungen für eine umfassende vertikale und horizontale Vernetzung in der produzierenden Industrie.

Welche Bedeutung hat die Standardisierung vor dem Hintergrund der heterogenen Kommunikationstechnik in der Industrie?

Das Thema Standardisierung trägt einen sehr hohen Stellenwert. Mehrere Aspekte spielen hierbei eine Rolle. Die vielen unterschiedlichen Anwendungen und zu vernetzenden Maschinen erfordern für einen ökonomischen Betrieb einheitliche und erweiterbare Schnittstellen. Auch die relative Langlebigkeit vieler Industrieanlagen und Produktsysteme verlangen standardisierte Systemkomponenten, um eine über den Produktlebenszyklus durchgehende Kompatibilität mit modernen Netzwerken zu gewährleisten. Über die Standardisierung wird die Erweiterung bestehender Systeme wirtschaftlich tragfähig und praktikabel.



Prof. Dr.-Ing. Hans D. Schotten, Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, TU Kaiserslautern

## 5G NetMobil

### – 5G-Lösungen für die vernetzte Mobilität der Zukunft

Die Begrifflichkeit „taktiles Internet“ beinhaltet die Forderung, dass Internetanwendungen künftig annähernd in Echtzeit reagieren sollen. Was sind die diesbezüglichen Ziele im Verbundprojekt 5G NetMobil?

Das Verbundprojekt 5G NetMobil stellt sich die Aufgabe, Konzepte und Technologien zur Realisierung eines „taktilen vernetzten Fahrens“ zu erarbeiten. Durch die Vernetzung von Fahrzeugen in Echtzeit können verkehrsrelevante Informationen unmittelbar in der Fahrstrategie berücksichtigt werden. Das wird insbesondere die Effizienz des autonomen Fahrens deutlich erhöhen und die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren. Eine weitere Motivation des vernetzten Fahrens ist die Verkehrssicherheit und das Ziel eines unfallfreien Fahrens.

Warum interessiert das Thema vernetztes Fahren einen Automobilhersteller?

Das autonome Fahren ist getrennt vom vernetzten Fahren zu betrachten. Das autonome Fahren basiert auf lokalen Sensordaten. Alle sicherheitskritischen Entscheidungen müssen autonome Fahrzeuge unabhängig von einer umgebenden IT-Infrastruktur treffen. Jedoch ermöglicht das vernetzte Fahren den Komfort und die Effizienz des autonomen Fahrens deutlich zu steigern. Durch die Vernetzung mit Kommunikationsinfrastrukturen und dem Internet können Fahrzeuge viel weiter „Vorausschauen“ und damit auf unterschiedliche Verkehrslagen angemessener reagieren. Ein Beispiel ist der Bremsvorgang beim so genannten Platooning, der vorausschauend und damit sanfter erfolgen kann.

Welche technischen Themenstellungen resultieren aus der Idee des taktill vernetzen Fahrens?

In den Arbeitspaketen werden an ausgewählten Anwendungsbeispielen – wie kooperative Fahrstrategien beim längs- und parallellaufenden Platooning oder auch Sicherheit für Fahrer und Fußgänger in Innenstädten – ausgewählte Technologiekonzepte evaluiert. Themenstellungen sind unter anderem die Realisierung flexibler Netzkonfigurationen, eines agilen Edge Computings und die Echtzeitfähigkeit der Funkschnittstelle zum Fahrzeug. Die entwickelten Konzepte und Lösungen sollen mit Simulationen, Modellsystemen und Demonstrationen in realistischen Umgebungsszenarien validiert werden.

# Die 5G Evolution verstehen und gestalten



Das Begleitforschungsprojekt IP45G stellt sich die Aufgabe, all die unterschiedlichen Gestaltungsebenen von 5G mit ihren technischen Entwicklungen, den wirtschaftlichen, rechtlichen und gesellschaftlichen Anforderungen zu erfassen und zu vermitteln.

# Zukunftsperspektiven der industriellen Kommunikation – die Begleitforschung IP45G reflektiert

Die 5G Jahrestagung 2017 hat anschaulich gezeigt, dass 5G in der deutschen Forschungs- und Industrielandschaft ein Schwerpunktthema bildet. Das Thema ist überaus komplex. Zur Gestaltung der zukünftigen industriellen Kommunikation wird ein sehr breites Fachwissen für angepasste Lösungen benötigt. Neben wichtigen technischen Leistungsmerkmalen, u. a. mobile Bandbreite, Echtzeitfähigkeit, Flächenabdeckung und Skalierbarkeit, rücken Themen wie Sicherheit, Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz immer mehr in den Fokus der Diskussion.

Das Vorläuferprogramm ZDKI kann diesbezüglich erste, substantielle Ergebnisse vorweisen. Mit der ZDKI begann eine Sensibilisierung für ganzheitliche Lösungsansätze. Auch die hohe Akzeptanz der ZDKI Begleitforschung und ihre Aktivitäten im Bereich der Begriffsklärung und Standardisierung sind in diesem Zusammenhang zu erwähnen.

Mit den aktuellen Förderschwerpunkten „5G Industrielles Internet“ und „5G Taktiles Internet“ wird nun ein weiterer Beitrag zur Entwicklung anwenderspezifischer Kommunikationssysteme in der deutschen Industrielandschaft geleistet. Beide Förderschwerpunkte adressieren 5G im erweiterten Anforderungsspektrum der industriellen Nutzung. Die wissenschaftlichen Themen und konkreten Anwendungsbeispiele befassen sich nicht nur mit der performanten Datenübertragung, sondern auch mit dem systemischen Nutzen von neuen Architekturen einschließlich des Themas Edge Cloud. Da die Förderprojekte gerade erste Fahrt aufnehmen, ist abzuwarten, welche Lösungen für konkrete Problemstellungen erarbeitet werden.

Des Weiteren muss in diesem Zusammenhang auf Abhängigkeiten hingewiesen werden. Viele Weichen für 5G sind noch nicht gestellt. Die internationale Standardisierung ist derzeit nicht abgeschlossen. Aus diesem Grund ist die Verfügbarkeit von Hardware- und Softwareprodukten momentan sehr begrenzt. Es gibt eine Vielzahl an Ungewissheiten im Bereich der Millimeterwellentechnologie oder auch im Verständnis, wie Slicing praktisch implementiert werden kann. Darüber hinaus wird die in 2019 anstehende Frequenzversteigerung



Dr. Lutz Stobbe vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM.



Dr. Lutz Stobbe (l.) und Dr. Gunnar Schomaker ziehen ein erstes Resümee der Jahrestagung: „Wir müssen eine gemeinsame Sprache für 5G entwickeln.“

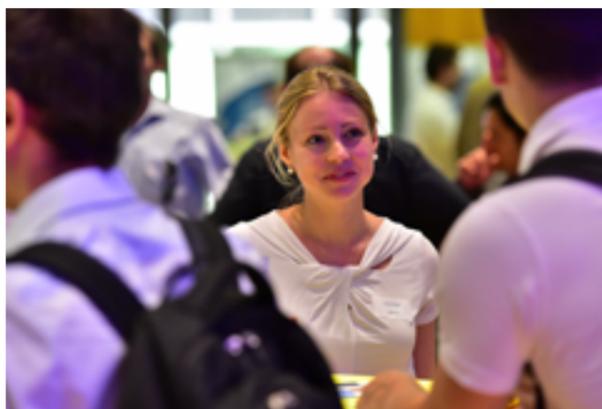
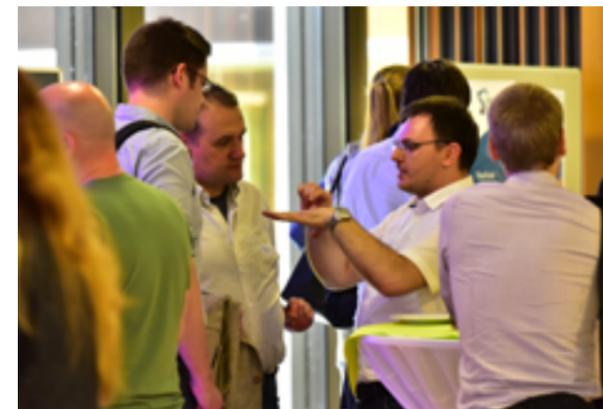
ung, inklusive der daran geknüpften Versorgungsanforderungen, ebenso einen erheblichen Einfluss auf die Gestaltung künftiger 5G Netze nehmen, diesbezüglich vor allem auf die Randbedingungen für die industrielle Kommunikation.

Vor diesem Hintergrund schaut die Begleitforschung IP45G auf das kommende Jahr. Sie stellt sich die Aufgabe, den globalen Status der Technologieentwicklung, Standardisierung und Regulierung zu beobachten. Außerdem wird die Frage zu beantworten sein, in welchem Umfang Deutschland die zukünftige industrielle Kommunikation mitgestalten kann und muss. Wie entwickelt sich die erkennbare Lücke zwischen globalen Technologie- bzw. Markttrends und den spezifischen Anforderungen der deutschen Industrie? In welchem Maße wird 5G für einzelne Anwendungen benötigt?

Auf dem Weg zur Anwendung sollte auch geklärt werden, wo die Möglichkeiten der verfügbaren Technologien erfahrbar gemacht werden können. Die Verfügbarkeit geeigneter Testbeds ist für die Anwender bzw. Entwickler von Lösungen eine wichtige Voraussetzung. Testbeds bieten einen Lösungsraum an, in dem der Entwickler in Frage kommende Lösungsoptionen für seine eigenen Problemstellungen überprüfen kann.



Dr. Gunnar Schomaker, stellv. Geschäftsführer und R&D Manager Smart Systems vom SICP – Software Innovation Campus Paderborn





## ANSPRECHPARTNER

### 5Gang

Ericsson GmbH  
Henning Buhr  
Ericsson-Allee 1  
52134 Herzogenrath  
5gang@ip45g.de

### FIND

DFKI GmbH  
Prof. Dr. Hans Dieter Schotten  
Trippstadter Straße 122  
67663 Kaiserslautern  
schotten@eit.uni-kl.de

### FlexSi-Pro

Fraunhofer IOSB  
Dr. Christian Haas  
Fraunhoferstraße 1  
76131 Karlsruhe  
christian.haas@iosb.fraunhofer.de

### I3

Freie Universität Berlin  
Prof. Dr. Matthias Wählisch  
Takustraße 9  
14195 Berlin  
i3@ip45g.de

### SEKOM

Diebold Nixdorf  
Dr. Dinh Khoi Le  
Heinz-Nixdorf-Ring 1  
33106 Paderborn  
sekom@ip45g.de

### SESAM

Fraunhofer HHI  
Dr. Volker Jungnickel  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
volker.jungnickel@hhi.fraunhofer.de

### SINSEWA

OPENLIMIT SignCubes GmbH  
Dr. Stephan Lachmann  
Saarbrücker Straße 38 a  
10405 Berlin  
sinsewa@ip45g.de

### IP45G

Paderborn University, SICP  
Dr. Gunnar Schomaker  
Zukunftsmeile 1  
33102 Paderborn

### 5G NetMobil

Robert Bosch GmbH  
Dr. Frank Hofmann  
Robert-Bosch-Straße 200  
31139 Hildesheim  
Frank.Hofmann2@de.bosch.com

### AMMCOA

Infineon Technologies AG  
Christian Meyne  
Am Campeon 1-12  
85579 Neubiberg  
Christian.Meyne@infineon.com

### TACNET 4.0

DFKI GmbH  
Prof. Dr. Hans D. Schotten  
Trippstadter Straße 122  
67663 Kaiserslautern  
schotten@eit.uni-kl.de

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Dr. Gunnar Schomaker  
SICP – Software Innovation Campus Paderborn  
Universität Paderborn  
Zukunftsmeile 1, 33102 Paderborn  
+49 (0)5251 5465 228  
info@ip45g.de  
www.ip45g.de

### Gestaltung

mcc Agentur für Kommunikation GmbH  
Bülowstraße 66, 10783 Berlin  
+49 30 61 28 86 11  
info@mcc-pr.de  
www.mcc-pr.de

### Verfasser

Dr. Lutz Stobbe, Fraunhofer IZM, Berlin  
Dr. Gunnar Schomaker, SICP, Paderborn

### Bildnachweis

Jan Braun, Paderborn  
www.studio-braun.com

Stand November 2017