

# Jahresbericht Annual Report

# 23

# **Jahresbericht** **Annual Report** **2023**

# Jahresbericht Annual Report

4	<b>Vorwort</b> Preface
6	<b>Höhepunkte in 2023</b> Highlights of 2023
8	<b>Institutsprofil</b> Profile of the Institute
10	<b>Forschungsbereiche</b> Research Areas
	Vertrauenswürdige Digitale Architekturen Trustworthy Digital Architectures
	Vertrauenswürdige Physische Interfaces Trustworthy Physical Interfaces
	Methoden für Vertrauenswürdigkeit Methodologies for Trustworthiness
16	<b>Forschungsinfrastruktur</b> Research Infrastructure
18	<b>Fakten und Zahlen</b> Facts and Figures
20	<b>Anwendungsgebiete</b> Application Areas
	Digitale Gesundheit Digital Health
	Zukünftige Netze Future Networks
	Robotik Robotics
30	<b>Transfer</b> Transfer

# Anhang Appendix

40	<b>Projektübersicht</b> Project Overview
46	<b>Organigramm</b> Organizational Chart
47	<b>Gremien</b> Committees
48	<b>Gruppen</b> Groups
50	<b>Publikationen</b> Publications
52	<b>Lehre</b> Teaching
54	<b>Partner und Kooperationen</b> Partners and Cooperations
56	<b>Impressum</b> Imprint



Von links nach rechts: Dr. Tim Hentschel,  
Prof. Dr. Gerhard Fettweis und Dr. Patricia Grünberg  
From left to right: Dr. Tim Hentschel,  
Prof. Dr. Gerhard Fettweis and Dr. Patricia Grünberg

# Vorwort

## Preface

Vor zehn Jahren war das Barkhausen Institut (BI) noch eine Idee auf dem Papier. Schon damals war absehbar, dass die Vertrauenswürdigkeit digitaler Geräte, die zunächst die Industrie und nach und nach auch unseren Alltag bestimmen, systemkritisch wird. Denn jedes mit dem Internet verbundene technische Gerät, das wir nutzen, bietet eine potenzielle Angriffsfläche für böswillige Akteure. Umso wichtiger ist es, dieses Potenzial zu minimieren und sicherzustellen, dass alle zukünftigen digitalen Geräte vertrauenswürdig sind, so dass wir uns auf sie verlassen können. In den vergangenen fünf Jahren hat sich gezeigt, dass dieses Thema an Aktualität kaum zu übertreffen ist. Dank vielen Unterstützenden aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft ist es gelungen, diese Forschungsidee ins Leben zu bringen: Ende 2017 wurde das Institut als Tochterunternehmen der TU Dresden gegründet und profitiert seitdem von vielfältigen Kooperationsmöglichkeiten. Die ersten Mitarbeitenden wurden Mitte 2018 eingestellt.

Der Aufbau des Institutes fiel in eine denkbar schwierige Zeit: Die Jahre 2020 bis 2022 waren sehr stark durch die Einschränkungen der Corona-Pandemie geprägt. Das im Wachstum befindliche Team konnte über lange Zeit nur virtuell zusammenarbeiten, Lieferungen für Messgeräte verzögerten sich und auch die Visaerteilung für neue internationale Mitarbeitende war deutlich erschwert.

Ten years ago, the Barkhausen Institut (BI) was just an idea on paper. Even back then, it was foreseeable that the trustworthiness of digital devices, which initially determined industry and gradually also our everyday lives, would become system-critical. After all, every technical device we use that is connected to the Internet offers a potential target for malicious actors. This makes it all the more important to minimize this potential and ensure that all future digital devices are trustworthy so that we can rely on them. Over the past five years, it has become clear that this topic is as topical as it gets. Thanks to many supporters from science, politics and business, it has been possible to bring this research idea to life: The institute was founded as a subsidiary of TU Dresden at the end of 2017 and has since benefited from a wide range of cooperation opportunities. The first employees were hired in mid-2018.

The establishment of the institute took place at a very difficult time: The years 2020 to 2022 were heavily impacted by the restrictions imposed by the coronavirus pandemic. For a long time, the growing team was only able to work together virtually, deliveries of measuring equipment were delayed and visas for new international employees were also much more difficult to obtain.

Trotz der widrigen Umstände haben wir in den vergangenen Jahren Beachtliches erreicht. Die Zahl der Mitarbeitenden wächst stetig und genauso steigt die Anzahl der eingeworbenen Drittmittelprojekte und die damit zur Verfügung stehende Finanzierung für den weiteren Aufbau des Teams. Der Freistaat Sachsen stellt uns darüber hinaus die Ressourcen für die Grundfinanzierung des Institutes zur Verfügung.

Bereits jetzt ist es gelungen, das BI in der nationalen und internationalen Forschungsgemeinschaft als verlässlichen Forschungspartner zu positionieren: Das Institut war von 2020 bis 2022 technischer Leiter des EU-Projektes iNGENIOUS und ist seit 2022 Koordinator des EU-Projektes COREnext. Es hat federführend an Studien für das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) sowie der Bundesnetzagentur mitgewirkt und bringt sich in Standardisierungsverfahren ein.

Gleichzeitig sind wir uns der Verantwortung bewusst, über unsere Forschung und deren Ergebnisse in der breiten Öffentlichkeit zu sprechen und miteinander in den Diskurs zu treten. Daher haben wir im Herbst 2022 das COSMO Wissenschaftsforum im Kulturpalast Dresden gegründet. Gemeinsam mit dem Department of Speculative Transformation der TU Dresden ist es unser Ziel, der Dresdner Wissenschaft mitten in der Stadt eine Bühne zu geben. Zu unterschiedlichen Themenschwerpunkten, wie Nachhaltigkeit oder Künstliche Intelligenz, präsentieren wir Ergebnisse des BI sowie der Dresdner Forschungseinrichtungen niederschwellig und ansprechend aufbereitet.

Seit dem Bezug neuer Büroräume in der Dresdner Innenstadt Ende 2023 können wir unserem wachsenden Institut den benötigten Platz bieten. Im Jahr 2024 werden zusätzliche Flächen für Büro und Labor dazukommen, die eine solide Grundlage für die weitere Entwicklung des Institutes bilden.

Neben konkreten Lösungen für zukünftige Prozessoren und Betriebssysteme sowie Kommunikationsverfahren forschen wir an neuen Methoden für deren Entwurf, um sie in Zukunft vertrauenswürdig „by design“ zu machen. Mit unserer Forschung liefern wir Ergebnisse für die Wissenschaftsgemeinschaft und die Industrie, damit die Digitalisierung zur Wohlfahrt zukünftiger demokratischer Gesellschaften beiträgt.

Despite the adverse circumstances, we have achieved remarkable things in recent years. The number of employees is growing steadily, as is the number of third-party funded projects we have acquired and the funding available to further expand the team. The Free State of Saxony also provides us with the resources for the basic funding of the institute.

We have already succeeded in positioning the BI as a reliable research partner in the national and international research community: The institute was the technical leader of the EU project iNGENIOUS from 2020 to 2022 and has been the coordinator of the EU project COREnext since 2022. It has played a leading role in studies for the German Federal Office for Information Security (BSI) and the Bundesnetzagentur (Germany's Federal Network Agency) and is involved in standardization processes.

At the same time, we are aware of our responsibility to talk about our research and its results to the general public and to enter into a discourse with them. This is why we founded the COSMO Science Forum at Kulturpalast Dresden in fall 2022. Together with the Department of Speculative Transformation at TU Dresden, our aim is to give Dresden science a stage in the heart of the city. Here, we present results from the BI and Dresden's research institutions on various topics, such as sustainability or artificial intelligence, in a low-threshold and appealing way.

Since moving into new offices in the Dresden city center at the end of 2023, we have been able to offer our growing institute the space it needs. In 2024, additional office and laboratory space will be added, providing a solid foundation for the further development of the institute.

In addition to concrete solutions for future processors and operating systems as well as communication processes, we are researching new methods for their design in order to make them trustworthy "by design" in the future. With our research, we deliver results for the scientific community and industry so that digitalization contributes to the welfare of future democratic societies.



DRESDEN

# Höhepunkte in 2023

## Highlights of 2023



### COREnext Kickoff

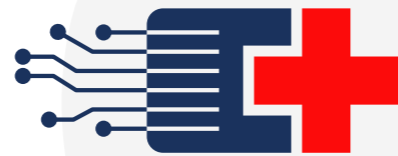
Im Januar startete das EU-Projekt COREnext in Dresden mit 46 Teilnehmenden aus 10 Ländern. Das Barkhausen Institut (BI) ist Gesamtkoordinator des mit 13 Millionen Euro geförderten Projektes und an der technischen Entwicklung zu 6G-Mobilfunknetzen beteiligt.

*In January, the EU project COREnext started in Dresden with 46 participants from 10 countries. The Barkhausen Institut (BI) is the overall coordinator of the project, which is funded with 13 million euros, and is involved in the technical development of 6G mobile networks.*

### SEMECO Summit

Anfang Juni fiel der Startschuss für das wegweisende Medizintechnik-Cluster SEMECO. Das interdisziplinäre Projekt verspricht innovative Lösungen für die Gesundheitsbranche der Zukunft.

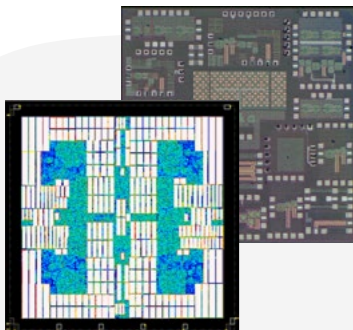
*The groundbreaking medical technology cluster SEMECO was launched at the beginning of June. The interdisciplinary project promises innovative solutions for the healthcare industry of the future.*



### Tape-Outs 2023

Das erste Tape-Out in der 22nm Technologie beinhaltet das Digitaldesign eines Chips mit etwa 89 Millionen Transistoren auf einer Fläche von 10mm<sup>2</sup>. Das zweite Tape-Out umfasste Hochfrequenz-Hardware-Komponenten wie Low-Noise-Verstärker, Empfangsmischer, Leistungsverstärker und Schaltkreise für analoge Sender und Empfänger.

*The first tape-out in 22nm technology involved the digital design of a chip with approximately 89 million transistors on an area of 10mm<sup>2</sup>. The second tape-out included radio frequency hardware components such as low-noise amplifiers, receive mixers, power amplifiers and circuits for analog transmitters and receivers.*



### Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften 2023

Das BI und das COSMO Wissenschaftsforum waren Teil der Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften und boten ein breit gefächertes Programm. Über 700 Personen nutzten die Möglichkeit, die Ausstellung mit interaktiven Exponaten zu erkunden und Vorträge zu aktuellen Forschungsthemen zu besuchen.

*The BI and the COSMO Science Forum were part of the Dresden Science Night and offered a broad program. Over 700 people took the opportunity to explore the exhibition with interactive exhibits and attended lectures on current research topics.*

### Ausstellungseröffnung

„Künstliche Intelligenz erklärt“ war eine interaktive Ausstellung und ein Veranstaltungsprogramm für Groß und Klein mit mehr als 20 Partnerinstitutionen aus Dresden.

*“Artificial Intelligence Explained” was an interactive exhibition and an events program for young and old alike with more than 20 partner institutions from Dresden.*



### Familienfreundliches Unternehmen

Im Dezember 2023 erhielt das BI erneut das Zertifikat „audit berufundfamilie“. Hierfür wurden die bestehenden Konzepte und Maßnahmen zur Vereinbarung von Familie, Beruf und Privatleben geprüft und positiv bewertet.

*In December 2023, BI was once again awarded the audit workandfamily certificate. To this end, the existing concepts and measures for balancing family, work and private life were reviewed and positively assessed.*



### Umzug in die Innenstadt

Das BI forscht für die Gesellschaft inmitten der Gesellschaft. Seit Dezember 2023 ist das BI in neuen Räumlichkeiten im Stadtzentrum Dresdens anzufinden.

*The BI conducts research for society in the midst of society. Since December 2023, the BI has been located in the new premises in the city center of Dresden.*



# Institutprofil

## Profile of the Institute



Das Barkhausen Institut (BI) ist ein gemeinnütziges Forschungsinstitut, das vom Freistaat Sachsen und der Technischen Universität Dresden gegründet wurde. Die Forschung am BI unterstützt das übergeordnete Ziel, Vertrauenswürdigkeit zum integralen Bestandteil der digitalen Transformation der Gesellschaft zu machen. Diese digitale Transformation wird mit einer hochgradigen Vernetzung fast aller Geräte und Anwendungen einhergehen, die wir Menschen nutzen. Haushaltsgeräte, Rasenmäher, Fahrzeuge im Straßenverkehr oder das mobile Blutdruckmessgerät werden vernetzt sein und weitgehend autonom operieren. Darüber hinaus wird es völlig neuartige digitale vernetzte Systeme geben. Sie alle werden in ihrer Gesamtheit das Leben wortwörtlich durchdringen. Das Leben der einzelnen Menschen, ihre physische Unversehrtheit, aber auch das Funktionieren der Gesellschaft werden in einem hohen Maße von diesen Systemen abhängig sein. Deshalb werden der Datenschutz, die Datensicherheit und die Resilienz eine ungleich größere Bedeutung haben, als dies heute der Fall ist. Hinzu kommen hohe Anforderungen an Verfügbarkeit, Zurechenbarkeit, Authentizität, Integrität, Transparenz und Benevolenz. All diese Systemeigenschaften werden unter dem Begriff der Vertrauenswürdigkeit zusammengefasst.

The Barkhausen Institut (BI) is a non-profit research institute founded by the Free State of Saxony and Dresden University of Technology. Research at BI supports the overarching goal of making trustworthiness an integral part of society's digital transformation. This digital transformation will be accompanied by a high degree of networking of almost all devices and applications that we humans use. Household appliances, lawnmowers, vehicles on the road and mobile blood pressure monitors will be connected and will operate largely autonomously. There will also be completely new types of digitally networked systems. All of them will literally permeate life at large. The lives of individual people, their physical integrity, but also the functioning of society will be highly dependent on these systems. Data protection, data security and resilience will therefore be far more important than they are today. In addition, there will be high demands on availability, accountability, authenticity, integrity, transparency, and benevolence. All these system properties are summarized under the term trustworthiness.

Der Forschungsgegenstand des BI sind die vertrauenswürdigen Informations- und Kommunikationstechnologien der Zukunft. Das BI arbeitet an den notwendigen technischen Grundlagen, damit Vertrauenswürdigkeit eine Grundvoraussetzung aller zukünftigen digitalen vernetzten Systeme ist, die heutzutage auch als Internet der Dinge (IoT) bezeichnet werden. Die speziellen Anforderungen an die Reaktionszeit (Latenz) für Anwendungen der Bewegungssteuerung (Taktiles Internet) stellen hierbei eine besondere Herausforderung dar.

Das BI nimmt eine Schlüsselrolle in der Spitzenforschung ein und fungiert als Anziehungspunkt für zukünftige Ansiedlungen und als Nukleus für Ausgründungen. Ziel ist es, ein sichtbares Kompetenzzentrum für alle zu sein, die sich den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen der Vertrauenswürdigkeit in der Digitalisierung stellen. Gleichzeitig wird die Bedeutung der Vertrauenswürdigkeit im Internet der Dinge an die Forschergemeinschaft, Industrie und breite Öffentlichkeit vermittelt. Die Vision des BI besteht darin, eine vertrauenswürdige digitale Zukunft zu gestalten, damit die Potenziale des Internets der Dinge sicher und zuverlässig genutzt werden können.

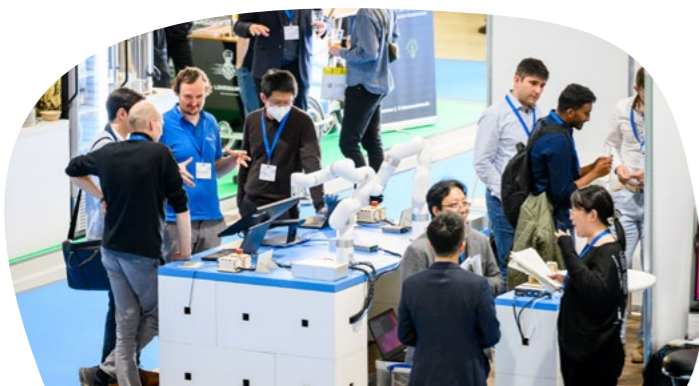
The subject of the BI's research is the trustworthy information and communication technologies of the future. The BI is working on the necessary technical foundations to ensure that trustworthiness is a basic prerequisite for all future digital networked systems, also known today as the Internet of Things (IoT). The special response time (latency) requirements for motion control applications (tactile Internet) pose a particular challenge here.

The BI plays a key role in cutting-edge research and acts as an attraction for future businesses and as a nucleus for spin-offs. The aim is to be a visible center of excellence for all those facing the social and economic challenges of trustworthiness in digitalization. At the same time, the importance of trustworthiness in the Internet of Things is communicated to the research community, industry and the general public. The BI's vision is to shape a trustworthy digital future so that the potential of the Internet of Things can be exploited in a secure and reliable way.



Der vom BI entwickelte Fahrsimulator veranschaulicht den Lernprozess einer KI, indem diese durch gesammelte Daten darauf trainiert wird, das Auto selbst zu steuern.  
The driving simulator built by the BI illustrates the learning process of an AI by training it to drive the car itself using collected data.

Im COSMO Wissenschaftsforum können Besucherinnen und Besucher die Thematik des Internets der Dinge anhand einer Karte von Dresden interaktiv erkunden.  
At the COSMO Science Forum, visitors can interactively explore the topic of the Internet of Things using a map of Dresden.



Das BI präsentiert einen Demonstrator auf dem 6G Summit im Mai 2023.  
The BI presents a demonstrator at the 6G Summit in May 2023.

FORSCHUNGSBEREICH | RESEARCH AREA

# Vertrauenswürdige Digitale Architekturen

## Trustworthy Digital Architectures

### Herausforderung

Das Internet der Dinge ist bereits heute Teil unserer digitalen Infrastruktur. Diese digitale Infrastruktur und ihre Bestandteile sind in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend komplexer geworden; eine weitere enorme Zunahme der Komplexität in der Zukunft ist absehbar. Die hohe Komplexität führt dazu, dass Schwachstellen und Fehler häufig nicht entdeckt werden und dann für Cyberangriffe ausgenutzt werden können. Bei diesen Angriffen geht es nicht nur um Daten, sondern unmittelbar um die Funktionsfähigkeit z. B. von Windkraftanlagen, Stromnetzen, der Wärmeversorgung oder der Lebensmittellogistik. In den letzten Jahren verzeichneten die Betreiber von kritischen Infrastrukturen in Deutschland einen Anstieg solcher Angriffe.

Die Forschungsherausforderung besteht darin, dass herkömmliche digitale Architekturen regelmäßig nicht vertrauenswürdig sind und somit nicht als Basis für zukünftige Systeme im Internet der Dinge genutzt werden sollten. Als digitale Architekturen bezeichnen wir dabei die Kombination von Hardware (also dem physischen Aufbau der Geräte) und Betriebssystem (also der direkten Steuerung dieser Hardware, die das Ausführen von Programmen ermöglicht).

### The challenge

The Internet of Things is already part of our digital infrastructure today. This digital infrastructure and its components have become increasingly complex in recent decades; a further enormous increase in complexity is foreseeable in the future. The high level of complexity means that vulnerabilities and errors are often not detected and can then be exploited for cyberattacks. These attacks are not just about data, but also directly affect the functionality of wind turbines, power grids, heat supply or food logistics, for example. In recent years, operators of critical infrastructures in Germany have recorded an increase in such attacks.

The research challenge is that conventional digital architectures are generally not trustworthy and should therefore not be used as the basis for future systems within the Internet of Things. We define digital architectures as the combination of hardware (i.e. the physical parts of the devices) and the operating system (i.e. the direct control of this hardware, which enables the execution of programs).

Der digitale Multiprozessor-Chip des BI integriert eine skalierbare und vertrauenswürdige Hardwarearchitektur für Systeme des Internets der Dinge. Diese Rechner-Hardware bildet die Sicherheitsgrundlage, die es dem Betriebssystem ermöglicht, verschiedene Anwendungen voneinander zu isolieren und damit Auswirkungen von Schadsoftware zu minimieren. The BI's digital multiprocessor chip integrates a scalable and trustworthy hardware architecture for systems of the Internet of Things. This computer hardware forms the security basis that enables the operating system to isolate different applications from each other and thus minimize the impact of malware.



Das am BI entwickelte Betriebssystem M<sup>3</sup> unterstützt die Hardware-Isolationsfähigkeiten des Multiprozessorchips. Gemeinsam bilden diese interdisziplinär verzahnten Technologien eine sichere digitale Architektur. Das Connected Robotics Lab des BI zeigt die Funktion dieser Architektur in einem technischen Demonstrator auf.

The M<sup>3</sup> operating system developed at BI supports the hardware isolation capabilities of the multiprocessor chip. Together, these interdisciplinary interlinked technologies form a secure digital architecture. The BI's Connected Robotics Lab shows the function of this architecture in a technical demonstrator.

### Grundsätzlicher Ansatz

Um mit der steigenden Komplexität digitaler Systeme umzugehen, ist es sinnvoll, Systeme zu modularisieren. Sowohl mittels in der Hardware eingebetteter physischer Beschränkungen als auch mittels Beschränkungen durch Software kann eine starke Isolation zwischen Modulen bzw. Komponenten erreicht werden. Auf diese Weise wird die sogenannte „Angriffsfläche“ verkleinert und eine Schadensbegrenzung im Fehlerfall erreicht. Mittels gezielter und gesteuerter Kommunikation zwischen den Modulen wird dann ein komplexes Gesamtsystem möglich. Auf diese Weise wird die sogenannte Trusted Computing Base, d. h. derjenige Teil eines komplexen Gesamtsystems, dem man vertrauen muss, möglichst klein gehalten. Seine Vertrauenswürdigkeit ist mit vertretbarem Aufwand formal beweisbar. Zu den anwendbaren formalen Methoden gibt es eine sehr enge Zusammenarbeit mit dem Forschungsbereich Methodologies for Trustworthiness.

Eine Zerlegung in miteinander kommunizierende Einzelkomponenten kann Verluste in der Leistungsfähigkeit des Systems mit sich bringen, ist jedoch vom Grundsatz her ohne derzeit bekannte Alternativen im Hinblick auf Vertrauenswürdigkeitsziele. Die Forschungsthemen des Barkhausen Instituts (BI) in diesem Forschungsbereich haben deshalb das Ziel, das Dilemma Vertrauenswürdigkeit vs. Leistungsfähigkeit insbesondere hinsichtlich Reaktionszeiten zu untersuchen und anhand konkreter Anforderungen zu überwinden.

Der verfolgte Forschungsansatz ist interdisziplinär. Forschende der Informatik und Elektrotechnik arbeiten eng zusammen, denn nur so können bisherige Grenzen der Leistungsfähigkeit und Vertrauenswürdigkeit verschoben werden. Mit diesem interdisziplinären Vorgehen nimmt das BI eine weltweit herausragende Position ein.

### BI Forschungsthemen

Die Forschungsthemen umfassen (1) modulare Betriebssysteme auf der Basis von sogenannten Mikrokernen und (2) skalierbare Multiprozessor-Chips. Damit deckt die Forschung am BI die Grundbausteine aller digitalen Systeme ab.

### Basic approach

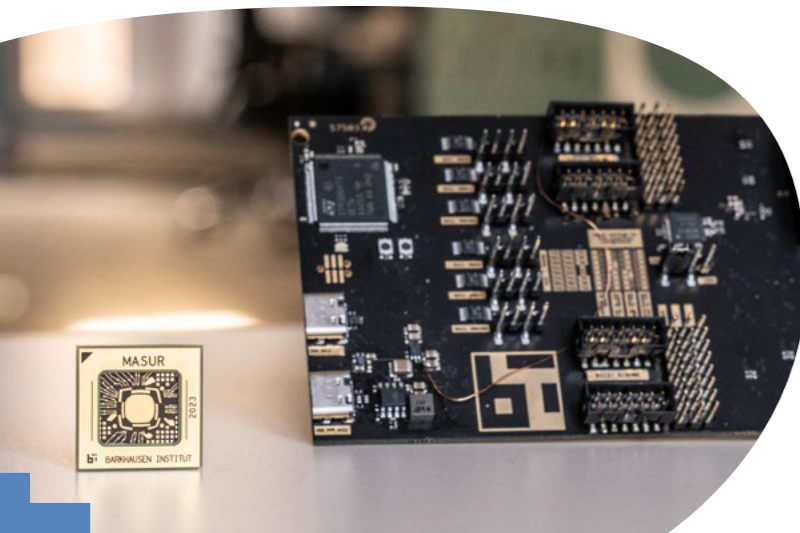
In order to deal with the increasing complexity of digital systems, it makes sense to modularize systems. Strong isolation between modules or components can be achieved by means of both physical restrictions embedded in the hardware and software restrictions. In this way, the effects of a potential fault – the so-called blast radius – will be reduced, which limits the attack surface of the system. A complex overall system can then be composed by means of targeted and controlled communication between the modules. In this way, the so-called trusted computing base, i.e., the part of a complex overall system that must be trusted, is kept as small as possible. Its trustworthiness can be formally proven with reasonable effort. There is very close cooperation with the research area Methodologies for Trustworthiness regarding the applicable formal methods.

A decomposition into individual components that communicate with each other can result in lost performance of the system, but in principle there are currently no known alternatives with regard to trustworthiness objectives. The research topics of the Barkhausen Institut (BI) in this research area therefore aim to investigate the trustworthiness vs. performance trade-off, particularly with regard to response times, and to overcome it on the basis of specific requirements.

We pursue an interdisciplinary research approach. Researchers in computer science and electrical engineering work closely together, as this is the only way to push against the boundaries of performance and trustworthiness. With this interdisciplinary approach, BI holds a distinctive position worldwide.

### BI research topics

The research topics include (1) composable operating systems based on so-called microkernels and (2) scalable multiprocessor hardware. The research at the BI thus covers the basic building blocks of all digital systems.



# Vertrauenswürdige Physische Interfaces

## Trustworthy Physical Interfaces

### Herausforderung

Sensoren und Aktoren sind ein wesentlicher Teil des Internets der Dinge und verbinden die digitale und die physische Welt. Digitale Systeme, die mittels Sensoren und Aktoren eine Verbindung zur physischen Umwelt haben, werden als cyberphysische Systeme bezeichnet. Vertrauenswürdigkeit cyberphysischer Systeme bedeutet vor allem, dass sie exakt so in der physischen Umwelt wirken, wie sie spezifiziert worden sind. Eine Fremdbeeinflussung darf nicht möglich sein. Das bedeutet, dass alle Daten, die von diesen cyberphysischen Systemen aufgenommen, verarbeitet oder verschickt werden, den Anforderungen an die Vertrauenswürdigkeit (also z. B. an Integrität, Datenschutz, Datensicherheit) genügen müssen. Beispielsweise müssen die Ansteuerung eines Roboters oder das Senden von Funkdaten frei von unerwünschter Beeinflussung sein. Die Herausforderung besteht darin, vertrauenswürdige Interfaces zwischen der digitalen und der physischen Welt zu schaffen. Insbesondere im Bereich der Funkkommunikation ist diese Herausforderung groß, denn der entsprechende Forschungs- und Entwicklungsprozess ist sehr stark von der Industriestandardisierung geprägt. Das bedeutet: Was nicht bereits während der Forschung in den Standardisierungsprozess eingebracht und behandelt wird, kann im Produkt nicht mehr hinzugefügt werden.

### Grundsätzlicher Ansatz

Elektromagnetische Wellen sind die Basis für die Funkkommunikation sowie für viele Sensorikanwendungen (z. B. Radar, Spektroskopie). In umfangreichen Standardisierungsprozessen werden insbesondere für die Funkkommunikation Festlegungen getroffen, die teilweise jahrzehntelang gelten. Der Ansatz des Barkhausen Instituts (BI) ist es deshalb, in

### The challenge

Sensors and actuators are an essential part of the Internet of Things and connect the digital and physical worlds. Digital systems that have a connection to the physical environment via sensors and actuators are referred to as cyber-physical systems. The trustworthiness of cyber-physical systems means above all that they operate in the physical environment exactly as they have been specified. External influence must not be possible. This means that all data that is received, processed, or sent by these cyber-physical systems must meet the requirements for trustworthiness (e.g., integrity, data protection, data security). For example, the control of a robot or the transmission of radio data must be free from unwanted interference. The challenge is to create trustworthy interfaces between the digital and physical worlds. This challenge is particularly great in the field of radio communication, as the corresponding research and development process is very much shaped by industry standardization. This means that anything that is not introduced and dealt with during research in the standardization process can no longer be added to the product.

### Basic approach

Electromagnetic waves are the basis for radio communication and for many sensor applications (e.g., radar, spectroscopy). Extensive standardization processes are used especially in the area of radio communication to establish specifications, some of which are valid for decades. The approach of the Barkhausen Institut (BI) is therefore to be at the forefront of research in selected areas of radio technology for communication and sensing in order to introduce trustworthy technologies into the research process in good time. Only through its own cutting-edge research in these



Hausinterner, hochmoderner Drahtbonder für Mikrochip-Bonding und -Verbindungen.  
In-house state-of-the-art wire bonder for microchip bonding and interconnections.

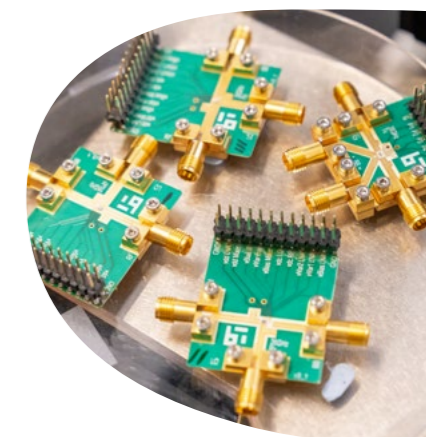
ausgewählten Bereichen der Funktechnik für Kommunikation und Sensorik an der Spitze der Forschung zu stehen, um vertrauenswürdige Technologien rechtzeitig in den Forschungsprozess einzubringen. Nur durch eigene Spitzenforschung in diesen Bereichen ist das BI in der Lage, Herausforderungen für die Vertrauenswürdigkeit rechtzeitig zu erkennen und sowohl die Forschungsgemeinschaft entsprechend zu sensibilisieren als auch die Standardisierung mit Lösungsvorschlägen zu beeinflussen.

### BI Forschungsthemen

Die Kombination von Funkkommunikation und Sensorik mittels elektromagnetischer Wellen (Joint Communications & Sensing) wird zukünftig eine große Bedeutung haben und bereits in 6G, der nächsten Generation des Mobilfunks, Anwendung finden. Ausgefeilte Sensorik stellt jedoch ein potenzielles Einfallstor für eine unerwünschte Überwachung und das Ausspionieren privater Umfelder dar, wenn Vertrauenswürdigkeit nicht grundlegend eingebettet wird. Deshalb müssen die Grundlagen der Vertrauenswürdigkeit jetzt gelegt werden und deshalb liegt ein besonderer Fokus des BI auf diesem Thema. In enger Kooperation mit dem Forschungsbereich Methodologies for Trustworthiness adressieren wir völlig neuartige Fragestellungen bezüglich der Auswirkung von Signalverarbeitungsalgorithmen und von Funkhardware (Antennen, Chips) auf die Vertrauenswürdigkeit der cyberphysischen Systeme.

Beim Forschungsthema Physical Layer Security wird die Kombination von Funkkommunikation und Sensorik gezielt zur Verbesserung der Vertrauenswürdigkeit genutzt. Funkssysteme für Kommunikation und Sensorik wirken in der physischen Umwelt, deren Prozesse zufällig ablaufen. Diese zufälligen Prozesse nutzen wir für den Datenschutz und die Datensicherheit. Daraus resultierende Verfahren können aus heutiger Sicht auch von zukünftigen Quantencomputern nicht „gebrochen“ werden.

Ein Antennensystem mit Metamaterial-Linsen-Technologie für Kommunikation und Radar zur Erhöhung der Reichweite im neuen Mobilfunk-Frequenzband FR3.  
An antenna system with metamaterial-lens technology for communications and radar range boosting at the new mobile radio frequency band FR3.



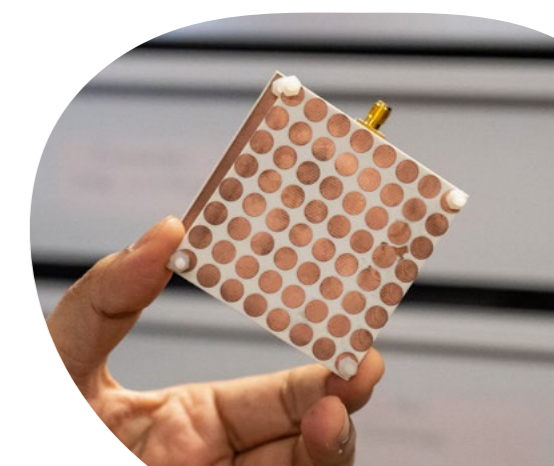
Sender- und Empfängermodule mit den am BI entwickelten Chipsätzen für einen 26-GHz Link-Level Demonstrator.  
Transmitter and receiver modules incorporating the chipsets designed at the BI for a 26 GHz link level demonstrator.

areas is the BI able to identify challenges to trustworthiness in good time and both sensitize the research community accordingly and influence standardization with proposed solutions.

### BI research topics

The combination of radio communication and sensing using electromagnetic waves (Joint Communications & Sensing) will be of great importance in the future and will already be used in 6G, the next generation of mobile communications. However, sophisticated sensor technology represents a potential gateway for unwanted surveillance and spying on private environments if trustworthiness is not fundamentally embedded. The foundations for trustworthiness must therefore be laid now, which is why the BI is focusing in particular on this topic. In close cooperation with the research area Methodologies for Trustworthiness, we are addressing completely new issues relating to the impact of signal processing algorithms and radio hardware (antennas, chips) on the trustworthiness of cyber-physical systems.

In the research topic of physical layer security, the combination of radio communication and sensing is used specifically to improve trustworthiness. Radio systems for communications and sensing operate in the physical environment, whose processes run randomly. We use these random processes for data protection and data security. From today's perspective, the resulting processes cannot be "broken" even by future quantum computers.





# Methoden für Vertrauenswürdigkeit

## Methodologies for Trustworthiness

### Herausforderung

Die experimentelle Bestimmung von Systemeigenschaften, zum Beispiel durch das Testen von Software, ist in ihrer Aussagekraft sehr beschränkt. Bereits in relativ einfachen Systemen ist die Anzahl der möglichen Programmabläufe sehr hoch. All diese Programmabläufe zu testen, also eine vollständige Testabdeckung zu erreichen, ist deshalb mit vertretbarem Aufwand nicht möglich. Alternative Methoden, die Systeme mit großen Mengen zufälliger Daten auf Fehlfunktionen zu testen, führen lediglich zu statistischen Aussagen über die Systemeigenschaften. Ein hohes Maß an Vertrauenswürdigkeit ist mit diesen Verfahren nicht erzielbar.

Vertrauenswürdigkeit muss bereits Teil der Systemspezifikation sein und als Teil des Entwurfsprozesses berücksichtigt werden. Dazu sind neuartige Methoden des Entwurfs von Systemen erforderlich, in die die Anforderungen an das erwünschte Maß an Vertrauenswürdigkeit einfließen. Die Grundlage dafür wiederum sind Methoden, die logische Schlüsse hinsichtlich der Vertrauenswürdigkeit von Systemen ermöglichen. Zur Unterstützung eines effizienten Systemdesignprozesses wird dabei ein hoher Grad an Automatisierbarkeit dieser Methoden angestrebt.

### Grundsätzlicher Ansatz

Die Arbeit an diesen Methoden zielt auf einen langfristigen Paradigmenwechsel hin zum Entwurf von Systemen, die vertrauenswürdig „by design“ sind. Zu diesem Zweck setzt das Barkhausen Institut (BI) auf formale Methoden, also strenge mathematische Überlegungen und Beweise, anstelle experimenteller Verfahren wie Messungen oder Tests.

### The challenge

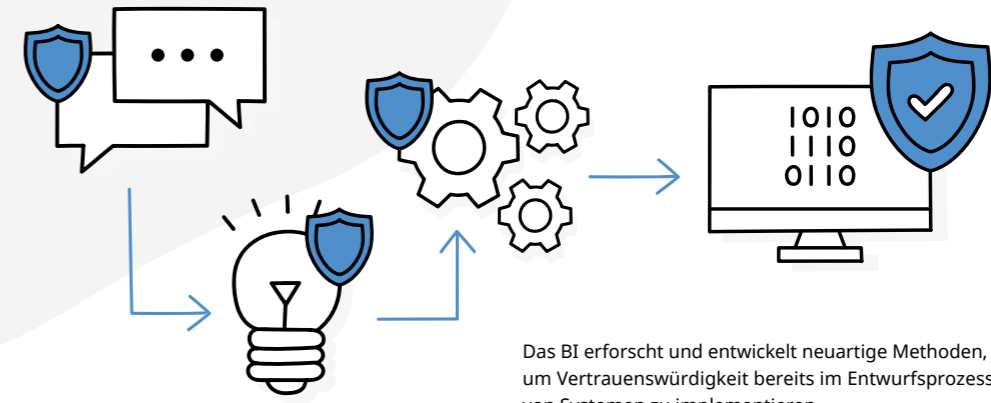
The experimental determination of system properties, for example by testing software, is very limited in its informative value. Even in relatively simple systems, the number of possible program sequences is very high. Testing all these program sequences, i.e., achieving complete test coverage, is therefore not possible at a reasonable effort. Alternative methods of testing the systems for malfunctions with large amounts of random data only lead to statistical statements about the system properties. It is not possible to achieve a high degree of trustworthiness with these methods.

Trustworthiness must already be part of the system specification and be considered as part of the design process. This requires new methods of designing systems in which the requirements for the desired level of trustworthiness are incorporated. This, in turn, is based on methods for reasoning about the trustworthiness of systems. To support an efficient system design process, a high degree of automation of these methods is aimed for.

### Basic approach

The work on these methods is aimed at a long-term paradigm shift towards the design of systems that are trustworthy “by design.” To this end, the Barkhausen Institut (BI) relies on formal methods, i.e., rigorous mathematical reasoning and proofs, rather than experimental methods such as measurements or tests.

Formal methods enforce a precise definition of systems, assumptions and requirements and can thus help to identify potential vulnerabilities, security risks and incomplete or contradictory specifications early on in the standardization and development process.



Das BI erforscht und entwickelt neuartige Methoden, um Vertrauenswürdigkeit bereits im Entwurfsprozess von Systemen zu implementieren.  
The BI is researching and developing new methods to implement trustworthiness as early as in the design process of systems.

Formale Methoden erzwingen eine genaue Definition von Systemen, Annahmen sowie Anforderungen und können so dabei helfen, potenzielle Schwachstellen, Sicherheitsrisiken und lückenhafte oder widersprüchliche Spezifikationen frühzeitig im Prozess der Standardisierung und Entwicklung zu identifizieren.

Wir verfolgen dabei einen ganzheitlichen Ansatz, der den gesamten Lebenszyklus dieser Systeme abdeckt – von der Standardisierung über den Entwurf und die Implementierung bis hin zur Bereitstellung und Laufzeit.

### BI Forschungsthemen

Unser Fokus liegt derzeit auf Methoden für den Entwurf und die Implementierung von vertrauenswürdigen Systemen.

Zu diesem Zweck forscht das BI an (1) Methoden zur formalen Spezifikation von Systemen, die automatisiert verarbeitet werden kann. Diese Methoden ermöglichen eine genau definierte und widerspruchsfreie Beschreibung eines Systems. In einem Folgeschritt wird das System typischerweise mittels einer Programmiersprache beschrieben und von einem Compiler in ein ausführbares Programm übersetzt. Die Forschung an Programmiersprachen und Compilern, die die formale Spezifikation aus Schritt 1 umsetzen können, bilden ein weiteres Forschungsthema (2). Das Forschungsthema (3) betrifft Methoden zur formalen Verifikation, d. h. der formalen Überprüfung, ob das vom Compiler erzeugte Ergebnis tatsächlich der Spezifikation entspricht.

Das Ziel aller Forschungsarbeit besteht darin, Werkzeuge zu entwickeln, die in Zukunft von einer großen Gemeinschaft von Entwicklerinnen und Entwicklern genutzt werden können.

In this process, we take a holistic approach that covers the entire life cycle of these systems – from standardization, design and implementation to deployment and runtime.

### BI research topics

Our current focus is on methods for the design and implementation of trustworthy systems.

To this end, BI is researching (1) methods for the formal specification of systems that can be processed automatically. These methods enable a precisely defined and consistent description of a system. In a subsequent step, the system is typically described using a programming language and translated into an executable program by a compiler. Research on programming languages and compilers that can implement the formal specification from step 1 forms a further research topic (2). Research topic (3) concerns methods for formal verification, i.e., formally checking whether the result generated by the compiler actually corresponds to the specification.

The goal of all research is to develop tools that can be used by a large developer community in the future.

# Forschungs- infrastruktur Research Infrastructure

Theoretische Forschungsergebnisse sind vor allem relevant, wenn sie auch in der Praxis verifiziert werden; die Relevanz und Bedeutung wissenschaftlicher Publikationen werden vergrößert, wenn sie mit Messwerten untermauert werden; neue Erkenntnisse sind für die Allgemeinheit erst verständlich, wenn sie anhand von Anwendungsfällen demonstriert und erklärt werden.

In der Forschung besteht die Herausforderung darin, theoretische Ergebnisse mit nachvollziehbaren Messungen zu bestätigen und die Bedeutung für die Praxis verständlich darzustellen. Die Vorbereitung und Durchführung von Messungen erfordern neben der nötigen Erfahrung im Umgang mit Labor- und Messgeräten auch einen hohen Zeiteinsatz. Beides kann von den Forschenden häufig nicht erbracht werden.

Das Team vom Connected Robotics Lab arbeitet mit den Forschenden eng zusammen, um Messaufbauten und Realisierungen von Demonstratoren bereitzustellen. Hierfür wurden in den vergangenen Jahren ein umfangreiches Labor sowie eine Werkstatt aufgebaut.

Theoretical research findings are particularly relevant if they are verified in practice; the relevance and significance of scientific publications are increased if they are underpinned by measurement values; new findings are only comprehensible to the general public if they are demonstrated and explained by means of application cases.

In research, the challenge is to substantiate theoretical results with traceable measurements and to present the practical relevance in an understandable way. In addition to the necessary experience in handling laboratory and measuring equipment, preparing and carrying out measurements also require a large amount of time. Researchers often cannot meet both.

The Connected Robotics Lab team works closely with the researchers to provide measurement setups and the realization of demonstrators. An extensive laboratory and workshop have been set up for this purpose in recent years. Various robots and drones are available with which the research results can be integrated into use cases and subsequently demonstrated.

Zur mechanischen Fertigung von Bauteilen und Demonstratoren nutzen wir neben Handwerkzeugen auch CNC-Maschinen wie Lasercutter, 3D-Drucker oder CNC-Fräse.

In addition to hand tools, we also use CNC machines such as laser cutters, 3D printers and CNC milling machines for the mechanical production of components and demonstrators.



In der Absorberkammer können die Forschenden Antennen vermessen und neue Signalverarbeitungs-algorithmen unter definierten Bedingungen testen, analysieren und verbessern.

In the anechoic chamber, researchers can measure antennas and test, analyze and improve new signal processing algorithms under defined conditions.

Verschiedene Roboter und Drohnen sind verfügbar, mit denen die Forschungsergebnisse in Anwendungsfälle integriert und anschließend demonstriert werden können.

Für Messungen sind neben Standard-Geräten wie Spektrumanalysatoren und Oszilloskopen auch Antennenpositionierer, diverse Software-Defined-Radios und Netzwerkanalysatoren verfügbar. Zur Nutzung der Funkgeräte (z. B. USRP) und Messgeräte wurden vom Team verschiedene Software-Bibliotheken geschrieben. Mit ihnen ist eine besonders einfache Nutzung der Forschungsinfrastruktur durch die Forschenden möglich ebenso wie das Nachvollziehen der Forschungsergebnisse durch die Forschungsgemeinschaft oder die Industrie. Diese Software-Bibliotheken werden regelmäßig veröffentlicht und als freie Software der Wissenschaftsgemeinschaft zur Verfügung gestellt.

Für die Forschenden wurde eine vollständige Fertigungsstrecke für Leiterplatten und deren Bestückung aufgebaut. Hierfür stehen Leiterplattenfräse, Schablonendrucker, Bestückungsautomat, Reflow-Ofen, Handlötwerkzeuge und Mikroskop bereit.

A complete production line for printed circuit boards and their assembly was set up for the researchers. A PCB milling machine, stencil printer, pick-and-place machine, reflow oven, hand soldering tools and microscope are available for this purpose.

In addition to standard devices such as spectrum analyzers and oscilloscopes, antenna positioners, various software-defined radios and network analyzers are also available for measurements. The team has written various software libraries for using the radios (e.g. USRP) and measuring devices. These make it particularly easy for researchers to use the research infrastructure and for the research community or industry to reproduce the research results. These software libraries are regularly published and made available to the scientific community as free software.



# Fakten und Zahlen Facts and Figures

67

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Employees

Am Barkhausen Institut (BI) arbeiteten 2023 insgesamt 67 Personen – dies entspricht 57,5 Vollzeitäquivalenten. Der Altersdurchschnitt inklusive studentischen Hilfskräften liegt bei 33,8 Jahren.

67 people are working at Barkhausen Institut (BI), which corresponds to 57.5 full-time equivalents. The average age, including student assistants, is 33.8 years.



## 36 Prozent Frauen 36 Percent Women

36 Prozent der Mitarbeitenden am BI sind Frauen – dies entspricht 20,8 Vollzeitäquivalenten.  
36 percent of the employees at BI are women, which corresponds to 20.8 percent full-time equivalents.



## Fünf Forschungsgruppen Five Research Groups

Das BI ist in seinen Forschungsgebieten breit aufgestellt und verbindet viele Disziplinen miteinander.  
The BI is broadly positioned in its research areas and combines many disciplines.



## 14 Promovierende 14 PhD Students

Insgesamt arbeiten aktuell 14 Doktorandinnen und Doktoranden in unserer Einrichtung.  
A total of 14 PhD students are currently working at our institute.



## 13 Nationalitäten 13 Nationalities

Am BI kommen Menschen aus der ganzen Welt zusammen, um zukünftige Technologien zu erforschen.

People from all over the world come together at the BI to research future technologies.



## 24 Studentische Hilfskräfte 24 Student Assistants

Das BI bietet viele Möglichkeiten, um Forschende bereits in der Ausbildung zu fördern.

The BI offers many opportunities to support researchers during their training.



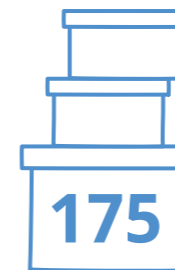
## 47 Publikationen 47 Publications

Im Jahr 2023 wurden durch das BI 47 Publikationen veröffentlicht. Das sind fünfzehn mehr als im Vorjahr.  
In 2023, 47 publications were published by the BI. That is fifteen publications more than in the previous year.



## 3.000 Besucherinnen und Besucher 3,000 Visitors

Insgesamt 3.000 Menschen besuchten die Ausstellungen und Veranstaltungen im COSMO Wissenschaftsforum im Jahr 2023.  
A total of 3,000 people visited the exhibitions and events at the COSMO Science Forum in 2023.



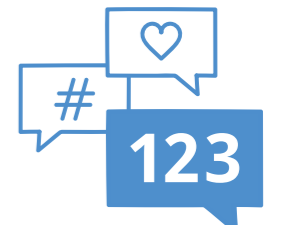
## 175 Umzugskartons 175 Moving Boxes

175 Umzugskartons wurden für den Umzug gepackt. Mit dem neuen Standort in der Dresdner Innenstadt vergrößert sich das Institut um 1.800 m².  
175 boxes were packed for the move. With the new location in the centre of Dresden, the institute has expanded by 1,800 m².



## 37 Lernlabor-Workshops 37 Learning Lab Workshops

670 Schülerinnen und Schüler haben an den Lernlabor-Workshops des BI teilgenommen.  
670 pupils took part in the BI Learning Lab workshops.



## 123 Beiträge auf LinkedIn 123 Posts on LinkedIn

Durch regelmäßiges Posten und Vernetzen konnte das BI 668 neue Follower im Jahr 2023 gewinnen.  
Through regular posting and networking, the BI was able to gain 668 new followers in 2023.



## 7.6 Mio Euro

Förderung vom Freistaat Sachsen  
Funding from the Free State of Saxony

## 2.4 Mio Euro

Drittmittel  
Third-Party Funding

ANWENDUNGSGEBIET | APPLICATION AREA

# Digitale Gesundheit Digital Health



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Vertrauenswürdige und energiesparende Edge-Elektronik für medizinische Anwendungen  
*Trustworthy and energy-saving edge electronics for medical applications*

Moderne medizinische Geräte nutzen vermehrt Mikrorechenntechnik und erlauben so neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten, oft nahe am oder im Körper der Patientinnen und Patienten. Die medizinische Cloud erlaubt die präzise Auswertung der Daten für eine gezielte, individuelle Behandlung.

Die klassische Anbindung an eine Cloud ist jedoch für medizinische Anwendungen ungeeignet. Sie erfordern eine unterbrechungsfreie Verbindung und hohe Übertragungsraten, welche wiederum viel Energie benötigen. Auch die Erfassung und Verarbeitung von Messwerten in medizinischen Geräten verlangen nach einem hohen Grad an Energieeffizienz der verwendeten Mikroelektronik.

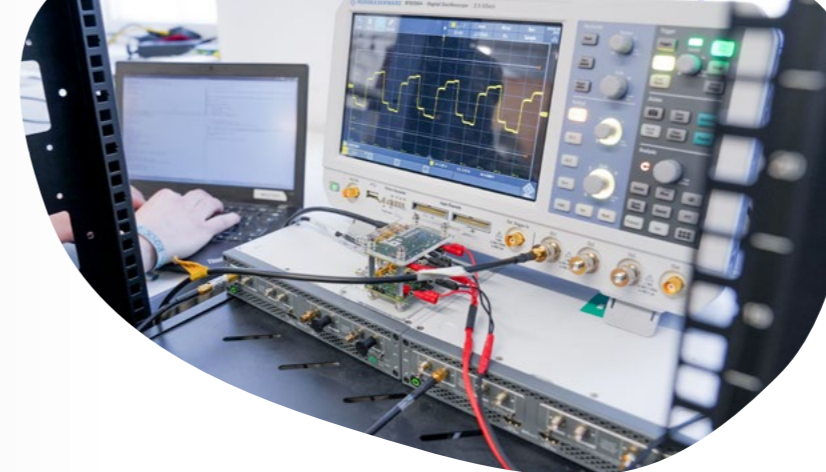
Im Projekt M/EDGE (Secure Low Power Medical Edge Computing) entwickelt das Barkhausen Institut energiesparende, miniaturisierte Rechentechnik für den Medizinsektor. So sollen eine sichere Anbindung an eine medizinische Cloud sowie energieeffiziente Datenverarbeitung und Kommunikation ermöglicht werden. Hierfür werden drei Anwendungsfälle, darunter eine schluckbare Kapsel, analysiert.

Modern medical devices are increasingly using micro-computing technology, enabling new diagnostic and therapeutic options, often close to or inside the patient's body. The medical cloud enables a precise evaluation of data for targeted, individualized treatment.

However, the classic connection to a cloud is unsuitable for medical applications. They require an uninterrupted connection and high transmission rates, which in turn require a lot of energy. The recording and processing of measured values in medical devices also require a high degree of energy efficiency from the microelectronics used.

In the M/EDGE (Secure Low Power Medical Edge Computing) project, the Barkhausen Institut is developing energy-saving, miniaturized computing technology for the medical sector. The aim is to enable a secure connection to a medical cloud as well as energy-efficient data processing and communication. Three use cases, including an ingestible capsule, are being analyzed for this purpose.

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	2022 – 2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 5.458.030,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 1.142.793,00
Gefördert durch   Funded by	BMBF (Federal Ministry of Education and Research)



Für das SEMECO-Projekt „Neue Datenübertragungstechnologie für Computertomographen“ wird die Vermessung des CT-Funkkanals unter Verwendung von Software-Defined-Radios im Labor vorbereitet. Within the project “New data transmission technology for computer tomographs,” we are preparing the measurement of the computer tomograph's channel using software defined radios in the lab.



Sichere medizinische Mikrosysteme und Kommunikation  
*Secure medical microsystems and communications*

Das BMBF-geförderte Zukunftscluster SEMECO schafft die Grundlagen für eine zuverlässige und sichere Vernetzung medizinischer Geräte und deren beschleunigte Zulassung. Das Barkhausen Institut (BI) beteiligt sich im SEMECO-Verbund an folgenden Projekten:

Im Projekt „Neue Datenübertragungstechnologie für Computertomographen“ wird eine neue Datenkommunikationslösung für Computertomographen entwickelt. Sie ermöglicht höhere Datenraten für eine bessere Bildgebung und einen deutlich zuverlässigeren Betrieb.

Das Projekt „Sichere und vertrauenswürdige Systemarchitekturen“ betrachtet die gesamte Sicherheitsarchitektur von medizinischen Geräten, um die datenschutzgerechte Verarbeitung der Daten zu ermöglichen, und steht allen anderen Projekten in SEMECO als Dienstleister für Vertrauenswürdigkeit zur Seite.

Im Projekt „Wirtschaftlicher Transfer und Wissenschaftskommunikation“ fördert das BI den Austausch zwischen Forschenden und Gesellschaft. Es werden Qualifizierungsangebote für Forschende entwickelt und Lernlaboraktivitäten für Jugendliche konzipiert und durchgeführt.

The BMBF-funded future cluster SEMECO is laying the foundations for reliable and secure digital networking of medical devices and their accelerated approval. The Barkhausen Institut (BI) is participating in the following projects within the SEMECO cluster:

In the project “New data transmission technology for computer tomographs,” a new data communication solution for computer tomographs is being developed. It will enable higher data rates and lower maintenance operation.

The project “Secure and trustworthy system architectures” focuses on the overall security architecture of medical devices to enable data processing according to data protection requirements.

In the project “Economic transfer and science communication,” the BI fosters the exchange between researchers and society. A qualification program for researchers is being developed and learning lab activities for young people are being set up and conducted.

Rolle des BI   Role of the BI	Teilprojekt-Koordination   Subproject coordinator
Projektlaufzeit   Project duration	2023 – 2026
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 15.000.000,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 1.473.511,49
Gefördert durch   Funded by	BMBF (Federal Ministry of Education and Research)

ANWENDUNGSGEBIET | APPLICATION AREA

# Zukünftige Netze Future Networks



## Sichere und resiliente 5G/6G-Systeme Secure and resilient 5G/6G systems

In Krisensituationen ist ein stabiles Mobilfunknetz entscheidend. Das Projekt 6G-ReS befasst sich mit vertrauenswürdigen 5G/6G-Mobilfunksystemen, die auf gezielte Angriffe und Naturkatastrophen vorbereitet sind. Im Projekt werden relevante Anwendungsfälle und benötigte Funktionen identifiziert.

Das Barkhausen Institut (BI) untersucht den Open RAN (O-RAN) Standard für das Radio Access Network (RAN). Dieser Standard setzt auf die Verwendung von Virtualisierung und fördert offene Schnittstellen sowie Interoperabilität. Dies verspricht Herstellerunabhängigkeit, birgt aber auch neue Sicherheitsrisiken. Das BI untersucht, wie Komponenten nicht-vertrauenswürdiger Hersteller sicher integriert werden können.

Das O-RAN 5G-Testbed am BI ermöglicht, die entwickelten Ansätze lokal zu erproben. Es wird getestet, wie eine vertrauenswürdige Virtualisierungsumgebung eingebunden werden kann. Zudem werden die minimal erforderlichen Komponenten eines 5G-Netzes identifiziert, um ausgehend von einer sicheren Minimalkonfiguration Verfügbarkeit garantieren zu können, selbst wenn das 5G-Netz um zusätzliche nicht-vertrauenswürdige Komponenten erweitert wird.

In crisis situations, a resilient mobile network is crucial. The 6G-ReS project addresses trusted 5G/6G mobile radio systems that are prepared for both targeted attacks and natural disasters. The project identifies relevant use cases and required functions.

The Barkhausen Institut (BI) is investigating the Open RAN (O-RAN) standard for the radio access network (RAN). This standard relies on the use of virtualization and promotes open interfaces and interoperability. This promises independence from manufacturers, but also poses new security risks. The BI is investigating how components from non-trusted suppliers can be integrated securely.

The O-RAN 5G testbed at the BI will make it possible to test the developed approaches locally. It will be investigated how a trusted virtualization environment can be integrated. In addition, the minimum required components of a 5G network are identified in order to be able to guarantee availability based on a secure minimum configuration, even if the 5G network is expanded to include additional non-trustworthy components.

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	2022 - 2024
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 2.500.000,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 531.936,73
Gefördert durch   Funded by	BSI (Federal Office for Information Security)



## 6G-Technologien für sichere Campusnetze mit integrierter Sensorik 6G Technologies for secure campus networks with integrated sensing

Der Mobilfunk der nächsten Generation (6G) wird für die Industrie viele attraktive Möglichkeiten bieten. Neuartige Konzepte wie etwa Joint Communications & Sensing (JC&S) ermöglichen neben der Kommunikation auch eine sensorische Erfassung der Umgebung. Dies kann genutzt werden, um Kollisionen von autonomen Fahrzeugen vorzubeugen, Gefahren zu erkennen oder Eindringlinge zu detektieren.

Neben JC&S ist O-RAN als Standard für offene Schnittstellen im Bereich des Funkzugangsnetzes bzw. Radio Access Networks (RAN) eine wichtige Neuerung. O-RAN verspricht verbesserte Interoperabilität und soll Abhängigkeiten von einzelnen Herstellern auflösen.

Das Barkhausen Institut forscht auf Grundlage einer umfangreichen Sicherheitsanalyse an Konzepten, welche eine vertrauenswürdige Umsetzung von O-RAN ermöglichen und Datenschutzaspekte bezüglich JC&S adressieren.

Next generation mobile communications (6G) will offer many attractive opportunities for industry. Novel concepts such as Joint Communications & Sensing (JC&S) enable sensory detection of the environment in addition to communication. This can be used to prevent collisions of autonomous vehicles, recognize hazards or detect intruders.

Besides JC&S, O-RAN is an important innovation as a standard for open interfaces within the Radio Access Network (RAN). O-RAN promises improved interoperability and is intended to dissolve dependencies on individual manufacturers.

Based on a comprehensive security analysis, the Barkhausen Institut is researching concepts that enable a trustworthy implementation of O-RAN and address privacy aspects regarding JC&S.



Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	2022 - 2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 7.566.084,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 258.144,01
Gefördert durch   Funded by	BMBF (Federal Ministry of Education and Research)



PROJECT  
**6G-ICAS4MOBILITY**

**6G Integrierte Kommunikation und Sensorik für Mobilitätsanwendungen**  
6G Integrated communication and sensing for mobility applications

Ziel des BMBF-geförderten Konsortiums ist es, Kommunikation und Radar miteinander zu kombinieren und in ein gemeinsames System für den zukünftigen Mobilfunkstandard 6G zu integrieren. Durch die Kombination beider Technologien ergeben sich Vorteile, wie z. B. eine Steigerung der Energieeffizienz und eine Reduktion der Strahlenbelastung.

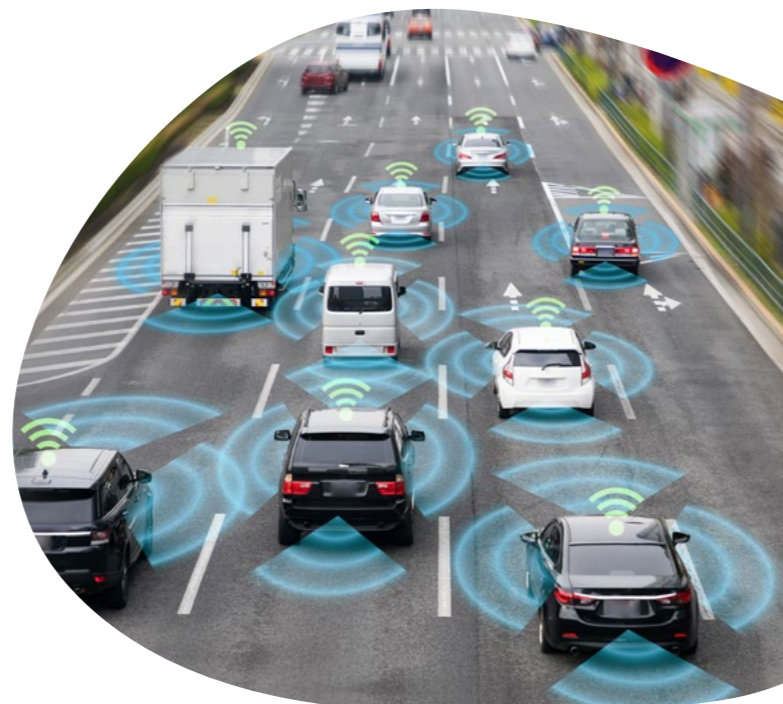
Im Projekt 6G-ICAS4Mobility forscht das Barkhausen Institut an neuen Möglichkeiten, Vertrauenswürdigkeit und Datensicherheit sowohl auf der Funkübertragungsebene als auch im Kontext kryptographischer Verfahren der IT-Sicherheit zu wahren. Weiterhin werden neue Konzepte für die Kombination von Kommunikations- und Radarfunktionalität entwickelt. In Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern entsteht ein Demonstrator, der die Forschungsergebnisse veranschaulicht.

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektdauerzeit   Project duration	2022 – 2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 9.986.249,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 434.924,21
Gefördert durch   Funded by	BMBF (Federal Ministry of Education and Research)

Untereinander durch Funk kommunizierende Fahrzeuge tauschen in Echtzeit Informationen aus und erfassen ihre Umgebung.  
Vehicles communicating with each other by radio exchange information and sense their environment in real time.

The objective of the BMBF-funded consortium is to combine and integrate communication and radar technologies into a unified system for the future 6G mobile communications standard. This integration offers advantages, such as increased energy efficiency and reduced radiation exposure.

In the 6G-ICAS4Mobility project, the Barkhausen Institut is researching new ways of maintaining trustworthiness and data security both at the radio transmission level and in the context of cryptographic IT security procedures. In addition, new concepts for combining communication and radar functionality are being developed. In collaboration with cooperation partners, a demonstrator is being created that illustrates the research results.



PROJECT  
**KOMSENS-6G**

**Perzeptive Kommunikationsnetzwerke mit integrierter Funk-Sensorik für 6G**  
Perceptive communication networks with integrated radio sensor technology for 6G

Das Ziel des BMBF-geförderten Projekts KOMSENS-6G ist die umfassende Integration der Funk-Sensorik in die Mobilfunksysteme der 6. Generation. Die sensorische Erfassung der Umgebung mit Mobilfunksignalen ermöglicht die Verschränkung von physischer und digitaler Welt und schafft neue Anwendungsfälle für die Industrie 4.0. Das Barkhausen Institut ist an zwei Aspekten des Projekts beteiligt:

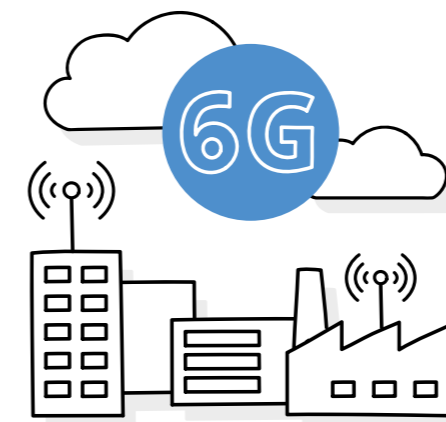
Die Forschungsgruppe Radio Frequency Design Enablement entwickelt Hochfrequenz-Hardware für eine gemeinsame Funk-Kommunikation und -Sensorik, wobei der Schwerpunkt auf Vollduplex-Betrieb liegt. Hierbei können Daten zur gleichen Zeit und im gleichen Frequenzband gesendet und empfangen werden. Als Besonderheit werden Metamaterialien zur Steigerung der Energieeffizienz eingesetzt.

Die Forschungsgruppe Trustworthy Data Processing befasst sich mit der Sicherheit und dem Datenschutz solcher Systeme. Die Gruppe bewertet den Einfluss der neuen sensorischen Möglichkeiten auf Datenschutz und Privatsphäre, um Lösungen für eine datenschutzgerechte Sensorik zu entwickeln.

The goal of the BMBF-funded project KOMSENS-6G is the comprehensive integration of radio sensor technology into the sixth-generation mobile radio systems. Sensing the environment using mobile radio signals enables the interweaving of the physical and digital worlds and creates new use cases for Industry 4.0. The Barkhausen Institut is involved in two aspects of the project:

The research group Radio Frequency Design Enablement is developing radio frequency hardware for joint communications and sensing, with a focus on full-duplex operation. This allows data to be transmitted and received in the same frequency band at the same time. As a special feature, metamaterials are used to increase energy efficiency.

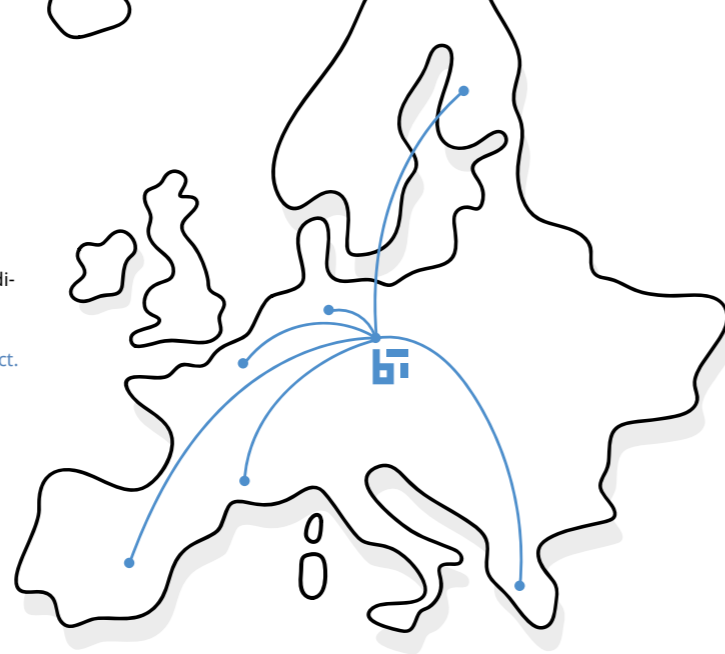
The research group Trustworthy Data Processing is addressing the security and privacy of such systems. The group evaluates the influence of the new sensory possibilities on data protection and privacy in order to develop solutions for privacy-compliant sensor technology.



Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektdauerzeit   Project duration	2022 – 2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 10.683.473,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 537.229,02
Gefördert durch   Funded by	BMBF (Federal Ministry of Education and Research)



Das BI übernimmt die Gesamtkoordination des Projekts COREnext.  
The BI is responsible for the overall coordination of the COREnext project.



**PROJECT**  
**CORENEXT**



**Vertrauenswürdigkeit und Nachhaltigkeit für 6G**  
**Trustworthiness and sustainability for 6G**

Das europäische Forschungsprojekt COREnext verfolgt das Ziel, neue Computersysteme für nachhaltige und vertrauenswürdige Mobilfunknetze zu entwickeln. Das Barkhausen Institut übernimmt die Gesamtkoordination des Projekts mit 23 europäischen Partnern und ist an der technischen Entwicklung leistungsstarker, energieeffizienter und vertrauenswürdiger Computersysteme beteiligt. Aufbauend auf seinem Leitbild von Vertrauenswürdigkeit durch Modularisierung und Isolation gestaltet es die digitale Architektur künftiger Mobilfunknetze mit.

Um diese Ziele zu verwirklichen, bringt das Projekt wichtige Akteure aus Telekommunikation, Mikroelektronik und Forschung zusammen. Daraus soll ein strategischer, transparenter Fahrplan für die künftige Nutzung der erzielten Forschungsergebnisse entstehen, der eine fortlaufende europäische Strategie im Bereich der Kommunikation und Datenverarbeitung unterstützen soll.

The European research project COREnext aims at developing new computer systems for sustainable and trustworthy mobile networks. The Barkhausen Institut is responsible for the overall coordination of the project with 23 European partners and is involved in the technical development of high-performance, energy-efficient and trustworthy computer systems. Building on its principle of trustworthiness through modularization and isolation, it helps to shape the digital architecture of future mobile networks.

To realize these goals, the project brings together key players from telecommunications, microelectronics, and research. This shall result in a strategic and transparent roadmap for the future application of the research results obtained, which shall support an ongoing European strategy in the field of communications and data processing.

Rolle des BI   Role of the BI	Koordination   Coordinator
Projektlaufzeit   Project duration	2023 – 2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 12.988.081,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 882.250,00
Gefördert durch   Funded by	EU

**PROJECT**  
**6G-PLATTFORM**



**Plattform für zukünftige Kommunikationstechnologien und 6G**  
**Platform for future communication technologies and 6G**

Das Barkhausen Institut (BI) beteiligt sich an der Forschung und Entwicklung von 6G durch die Teilnahme am 6G-Plattform-Projekt. Innerhalb des Projektes forscht das BI zu Themen der Vertrauenswürdigkeit und gestaltet die Wissenschaftskommunikation.

Mit der zunehmenden Verbindung von physischen Objekten der realen Welt mit dem Internet gewinnt die Vertrauenswürdigkeit des Internets der Dinge stark an Bedeutung. So kann ein autonom fahrendes Auto bei Manipulationen, Ausfall oder Fehlfunktion des Systems schwerwiegende Unfälle verursachen. Um die Vertrauenswürdigkeit zu erhöhen, forscht das BI unter anderem an der sicheren Verschlüsselung von Daten durch die Nutzung einzigartiger Eigenschaften der Funkübertragung zwischen Sender und Empfänger.

Die 6G-Plattform schafft vor allem einen Raum zur Vernetzung zwischen 6G-Forschungsverbänden. Sie begleitet wissenschaftlich-organisatorische Prozesse und leistet selbst wissenschaftliche Beiträge zu wichtigen Themen wie Nachhaltigkeit und Vertrauenswürdigkeit von 6G.

The Barkhausen Institut (BI) is part of the research and development of 6G by participating in the 6G Platform project. Within the project, the BI conducts research on trustworthiness and engages in science communication.

With the increasing connection of physical objects of the real world with the Internet, the trustworthiness of the Internet of Things is becoming increasingly important. For example, an autonomous car can cause serious accidents if the system is manipulated, fails, or malfunctions. To increase trustworthiness, the BI is researching, among other things, the secure encryption of data by using unique properties of radio transmission between the transmitter and receiver.

Above all, the 6G Platform creates a space for networking between 6G research alliances. It accompanies scientific-organizational processes, besides directly making scientific contributions to important topics, such as sustainability and trustworthiness of 6G.



Das 6G-Plattform-Projekt stärkt die Vernetzung und Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure in der 6G-Forschung.  
The 6G platform project strengthens networking and cooperation between the various stakeholders in 6G research.

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	2021 – 2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 10.405.028,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 388.394,39
Gefördert durch   Funded by	BMBF (Federal Ministry of Education and Research)

ANWENDUNGSGEBIET | APPLICATION AREA

# Robotik Robotics

Früher Prototyp des semi-autonomen Roboters, der die Bewässerung der über 250 Pflanzkübel im Pillnitzer Schlosspark erleichtern soll. Early prototype of the semi-autonomous robot designed to facilitate the watering of over 250 planters at Pillnitz Palace and Park.



Der aktuelle Prototyp des Bewässerungsroboters wurde zur Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften 2023 vor dem Kulturpalast präsentiert. The current prototype of the irrigation robot was presented during the Dresden Science Night 2023 in front of the Kulturpalast.



PROJECT

## KLIMAWANDEL IN HISTORISCHEN GÄRTEN CLIMATE CHANGE IN HISTORIC GARDENS

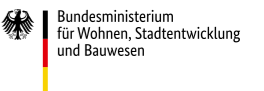
Im Rahmen des Projekts „Klimawandel in historischen Gärten“ arbeitet das Barkhausen Institut unter der Leitung der Staatlichen Schlösser, Burgen und Gärten gGmbH an der Entwicklung eines halbautonomen Bewässerungsroboters. Dieser wird in enger Zusammenarbeit mit erfahrenen Gärtnerinnen und Gärtnern konzipiert und soll die durch den Klimawandel steigenden Herausforderungen bewältigen, indem er beim erhöhten Pflegeaufwand unterstützt und repetitive bzw. körperlich anstrengende Arbeiten übernimmt. Der Roboter arbeitet auf Befehl autonom, transportiert frisches Gießwasser in einem großen Tank und hilft, die Pflanzen effektiver zu bewässern. Zusätzlich kann der Roboter feste GPS-Punkte anfahren, um beispielsweise Material oder Werkzeug zu verteilen und so das Fachpersonal zu entlasten. Zur Stärkung der Akzeptanz dieser Technologie in der Bevölkerung fand eine Bürgerdiskussion statt, um verschiedene Perspektiven in die Forschung und Entwicklung aufzunehmen.

As part of the project “Climate Change in Historic Gardens,” the Barkhausen Institut is working under the direction of the Staatliche Schlösser, Burgen und Gärten gGmbH on the development of a semi-autonomous watering robot. It is being designed in close cooperation with experienced gardeners and is intended to overcome the increasing challenges posed by climate change by assisting with increased maintenance requirements and taking on repetitive or physically demanding work. The robot works autonomously on command, transports fresh irrigation water in a large tank and helps to water the plants more effectively. The robot can also move to fixed GPS points to distribute materials or tools, for example, thus relieving the workload on specialist staff. To strengthen the acceptance of this technology among the population, a citizen discussion was held to include different perspectives into the research and development.

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	2021 – 2024
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 3.000.000,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 633.755,00
Gefördert durch   Funded by	BMWSB (Federal Ministry for Housing, Urban Development and Building)

Im Rahmen eines Workshops im Pillnitzer Schlosspark wurde nach Lösungen gesucht, die sich sinnvoll in den Arbeitsalltag der Gärtnerinnen und Gärtners einfügen. The aim of a workshop at Pillnitz Palace and Park was to find solutions that fit well with the gardeners' everyday work.

GEFÖRDERT VOM





# Transfer Transfer

Der Wissens- und Technologietransfer des Barkhausen Instituts (BI) ist an den drei Stakeholder-Gruppen des Instituts ausgerichtet: an der Wissenschaftsgemeinschaft, der Industrie einschließlich ihrer Standardisierungsgremien, sowie der Zivilgesellschaft samt ihren Entscheidungsträgern.

The knowledge and technology transfer of the Barkhausen Institut (BI) is geared towards the three stakeholder groups of the institute: the scientific community, industry including its standardization bodies, and civil society including its decision-makers.



## WISSENSCHAFTSGEMEINSCHAFT SCIENCE COMMUNITY

Das BI ist nicht nur Akteur der Spitzenforschung, sondern fungiert auch als maßgeblicher Influencer für die Wissenschaftsgemeinschaft. Durch die Initiierung neuer Forschungsnetzwerke, die Organisation internationaler Workshops und die aktive Teilnahme an bedeutenden Konferenzen begeistert das BI eine breite Basis von Mitforschenden für das Thema der Vertrauenswürdigkeit von Technologie.

So wurde im Jahr 2023 unter Leitung des BI erfolgreich die COST Action 6G-PHYSEC auf den Weg gebracht. Diese COST Action ist ein interdisziplinäres Forschungsnetzwerk von 51 Partnern aus 23 Ländern. Ihr Ziel ist die Entwicklung vertrauenswürdiger und widerstandsfähiger 6G-Kommunikationssysteme. 6G PHYSEC vernetzt Forschungsinitiativen europaweit, fördert die Karriereentwicklung von Forschenden und hilft ihnen, ihre Ideen in allen wissenschaftlichen Bereichen zu entwickeln.

Zu weiteren wichtigen Maßnahmen hinsichtlich der Transferziele des BI gehört die Durchführung von Veranstaltungen für die Wissenschaftsgemeinschaft. Dazu zählt unter anderem der Workshop „Enabling Security, Trust and Privacy

The BI is not only a player in cutting-edge research, but also acts as a key influencer for the scientific community. By initiating new research networks, organizing international workshops and actively participating in major conferences, the BI inspires a broad base of fellow researchers for the topic of trustworthiness of technology.

For example, the COST Action 6G-PHYSEC was successfully launched in 2023 under the leadership of the BI. This COST Action is an interdisciplinary research network of 51 partners from 23 countries. Its aim is to develop trustworthy and resilient 6G communication systems. 6G PHYSEC connects research initiatives across Europe, promotes the career development of researchers and helps them to develop their ideas in all scientific fields.

Other important measures with regard to the BI's transfer objectives include organizing events for the research community. These include the workshop “Enabling Security, Trust, and Privacy in 6G Wireless Systems” at the IEEE Globecom Conference 2023 in Kuala Lumpur. This brought together internationally recognized experts from academia and industry with the aim of promoting and developing



Das BI war Organisator des IEEE Globecom Workshops zum Thema „Enabling Security, Trust, and Privacy in 6G Wireless Systems“. The BI was the organizer of the IEEE Globecom workshop on “Enabling Security, Trust, and Privacy in 6G Wireless Systems.”

Kickoff der vom BI koordinierten COST Action 6G-PHYSEC: Das Netzwerk vereint Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Industrie, um die Vertrauenswürdigkeit von 6G zu stärken.

Kickoff of the COST Action 6G-PHYSEC coordinated by the BI: The network brings together experts from science and industry to strengthen the trustworthiness of 6G.



in 6G Wireless Systems“ bei der IEEE Globecom Konferenz 2023 in Kuala Lumpur. Dieser brachte international anerkannte Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Industrie zusammen mit dem Ziel, innovative Techniken für vertrauenswürdige und robuste drahtlose Kommunikationssysteme der 6. Generation (6G) zu fördern und zu entwickeln. Ein Folgeworkshop ist für das Jahr 2024 geplant.

Darüber hinaus ist das BI Mitveranstalter des IEEE Symposium on Joint Communications & Sensing, dessen dritte Auflage 2023 in Seefeld, Österreich, durchgeführt wurde. Das jährlich stattfindende Symposium befasst sich mit der Integration von Kommunikation und Sensorik, die als ein Schlüssel für die Koordination von Radargeräten sowie für kontextbezogene Kommunikationssysteme angesehen wird – ein hochaktuelles Thema im Bereich 6G, welches bereits vom Standardisierungsgremium 3GPP aufgegriffen worden ist.

Das BI leitete 2023 weiterhin die IEEE Focus Group on Physical Layer Security. Diese Gruppe hat das Ziel, fachübergreifend das Thema Physical Layer Security voranzutreiben, Impulse zu setzen und entsprechende Ergebnisse aus der akademischen Forschung in die Praxis zu überführen.

innovative technologies for trustworthy and robust 6th generation (6G) wireless communication systems. A follow-up workshop is planned for 2024.

In addition, the BI is co-organizer of the IEEE Symposium on Joint Communications & Sensing, the third edition of which was held in Seefeld, Austria, in 2023. The annual symposium deals with the integration of communications and sensor technology, which is seen as a key to the coordination of radar devices and contextual communication systems – a highly topical issue in the field of 6G, which has already been taken up by the 3GPP standardization committee.

The BI continued to lead the IEEE Focus Group on Physical Layer Security in 2023. The aim of this group is to promote the topic of physical layer security across disciplines, provide impetus and transfer the relevant results from academic research into practice.



## INDUSTRIE INDUSTRY

Die Transfertätigkeiten des Barkhausen Instituts (BI) in die Industrie konzentrierten sich bisher vor allem auf die Zusammenarbeit mit Industriepartnern in öffentlich geförderten Projekten und die Mitarbeit in Standardisierungsgremien.

So nimmt das BI eine führende Rolle im Zukunftscluster SEMECO ein, welches darauf abzielt, die komplizierten Zulassungsverfahren in der Medizintechnik zu vereinfachen und zu automatisieren. Dadurch soll die Zertifizierungsdauer erheblich verkürzt werden. Gleichzeitig sollen Qualität und Verlässlichkeit des Zulassungsprozesses und der Geräte erhöht werden. Dies erfolgt durch eine interdisziplinäre Vorgehensweise, die eine enge Zusammenarbeit von Wissenschaft, Medizin und Industrie erfordert.

Das Projekt COREnext entwickelt eine Computing-Plattform für Anwendungsfälle im Bereich 6G mit dem Ziel, die digitale Souveränität Europas zu stärken und eine neue wirtschaftliche Perspektive für Anbieter in diesem gesellschaftlich bedeutenden Bereich zu ermöglichen. Das BI ist der Koordinator des Gesamtvorhabens.

Das BI kooperiert – vor allem bei Themen zur Vertrauenswürdigkeit – mit diversen Vertretern der lokalen Industrie. Mit Unternehmen wie secunet secure networks, Deutsche Telekom MMS, dem Vodafone-Forschungszentrum, Kernkonzept, Genode Labs und Cyberus Technologies gibt es einen regen Austausch.

The transfer activities of the Barkhausen Institut (BI) to industry have so far focused primarily on collaboration with industrial partners in publicly funded projects and participation in standardization committees.

For example, BI plays a leading role in the SEMECO future cluster, which aims to simplify and automate the complicated approval procedures in medical technology. The aim is to significantly shorten certification times. At the same time, the quality and reliability of the approval process and the devices are to be increased. This is achieved through an interdisciplinary approach that requires close cooperation between science, medicine and industry.

The COREnext project is developing a computing platform for applications in the 6G area with the aim of strengthening Europe's digital sovereignty and enabling new economic prospects for providers in this socially significant area. The BI is the coordinator of the overall project.

The BI is cooperating with various representatives of the local industry, particularly on trustworthiness issues. There is a lively exchange with companies such as secunet secure networks, Deutsche Telekom MMS, the Vodafone Research Center, Kernkonzept, Genode Labs and Cyberus Technologies.



Das BI ist Mitglied in der O-RAN ALLIANCE und beim European Telecommunications Standards Institute (ETSI).  
The BI is a member of the O-RAN ALLIANCE and the European Telecommunications Standards Institute (ETSI).

Das BI ist Mitglied in der O-RAN ALLIANCE und beim European Telecommunications Standards Institute (ETSI). Es beteiligt sich bei der Standardisierung der O-RAN ALLIANCE Spezifikationen im Rahmen des ETSI Publicly Available Specifications (PAS) Verfahrens. Dabei geht es dem BI darum, ein möglichst hohes Niveau bezüglich der IT-Sicherheit zu erreichen. Ziel dieser Mitarbeit ist es, die Vertrauenswürdigkeit zukünftiger Mobilfunksysteme zu steigern.

Das Thema Vertrauenswürdigkeit konnte insbesondere durch frühe Meinungsführerschaft des BI bei Keynotes, Publikationen und direkter Kommunikation mit der Industrie in den Fokus gerückt werden: So wurde als Basis für die weitere Entwicklung vertrauenswürdiger Technologien von der ISO/IEC ein Standard zur „Vertrauenswürdigkeit“ verabschiedet und das Thema Vertrauenswürdigkeit ist inzwischen zu einem der Hauptthemen der Mobilfunk-Roadmap für den 6G-Standard geworden.

The BI is a member of the O-RAN ALLIANCE and the European Telecommunications Standards Institute (ETSI). It is involved in the standardization of the O-RAN ALLIANCE specifications as part of the ETSI Publicly Available Specifications (PAS) process. The BI is concerned with achieving the highest possible level of IT security. The aim of this collaboration is to increase the trustworthiness of future mobile radio systems.

The topic of trustworthiness was brought into focus in particular through the BI's early opinion leadership in keynotes, publications and direct communication with the industry: For example, a standard on "trustworthiness" was adopted by ISO/IEC as a basis for the further development of trustworthy technologies, and the topic of trustworthiness has now become one of the main topics of the mobile communications roadmap for the 6G standard.



## GESELLSCHAFT UND POLITIK SOCIETY AND POLICY MAKERS

Als bedeutender Akteur in der Forschungslandschaft Deutschlands und Zentrum für Spitzenforschung hat sich das Barkhausen Institut (BI) auch als wichtige Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und deren Entscheidungsträgern etabliert.

Das BI hat erfolgreich Partnerschaften mit verschiedenen Institutionen aufgebaut, um den Wissensaustausch zu fördern. Eine besondere Erwähnung verdient die Kooperation mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), die auf mehreren Ebenen stattfindet: So hat das BI federführend an Studien für das BSI mitgewirkt, arbeitet in einem vom BSI ausgeschriebenen Drittmittelprojekt mit und ist ständiger Berater des BSI.

As a major player in the German research landscape and a center for cutting-edge research, the Barkhausen Institut (BI) has also established itself as an important interface between science, society, and its decision-makers.

The BI has successfully established partnerships with various institutions in order to promote the exchange of knowledge. Special mention should be made of the cooperation with the Federal Office for Information Security (BSI), which takes place on several levels: For example, the BI has played a leading role in studies for the BSI, is involved in a third-party funded project tendered by the BSI and permanent advisor to the BSI.



Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des BI sprechen zur Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften über ihre Forschung und beantworten Fragen.  
BI scientists talk about their research and answer questions at the Dresden Science Night.



Das COSMO Wissenschaftsforum in der Dresdner Altstadt ist ein Ort der Begegnung für Gesellschaft und Forschung.  
The COSMO Science Forum in the city center of Dresden is a place where society and research come together.

Die Abteilung für Wissenschaftskommunikation am BI verfolgt das Ziel, Wissenschaft und Forschung für die Zivilgesellschaft verständlicher zu machen. Mit engagierter Unterstützung der Forschenden werden unterschiedliche Formate organisiert und durchgeführt.

Besonders hervorzuheben ist das COSMO Wissenschaftsforum, welches 2022 durch das BI im Kulturpalast Dresden eingerichtet wurde und in Kooperation mit dem Department of Speculative Transformation der TU Dresden betrieben wird. Menschen aller Altersgruppen können im COSMO Wissenschaftsforum kostenfrei aktuelle Forschungsprojekte durch interaktive Ausstellungen entdecken. Verschiedene Veranstaltungsformate bieten allen Interessierten zusätzlich die Möglichkeit, in direkten Austausch mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu treten und einen tieferen Einblick in Forschungsthemen zu erhalten. Darüber hinaus bietet das COSMO auch allen anderen Wissenschaftsinstitutionen aus Dresden die Möglichkeit, ihre Forschung der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

The Department of Science Communication at the BI pursues the goal of making science and research more comprehensible and accessible to civil society. Various formats are organized or carried out with the dedicated support of researchers.

Particularly noteworthy is the COSMO Science Forum, which was set up by the BI at Kulturpalast Dresden in 2022 and is operated in cooperation with the Department of Speculative Transformation of TU Dresden. People of all ages can discover current research projects through interactive exhibitions free of charge at the COSMO Science Forum. Various event formats also offer all interested parties the opportunity to engage in direct exchange with scientists and gain a deeper insight into research topics. COSMO also offers all other scientific institutions from Dresden the opportunity to make their research accessible to the public.

Im September 2023 eröffnete Prof. Dr. Gerhard Fettweis die vom BI kuratierte Ausstellung „Künstliche Intelligenz erklärt“ im COSMO Wissenschaftsforum.  
In September 2023, Prof. Dr. Gerhard Fettweis opened the exhibition “Artificial Intelligence Explained,” curated by the BI at the COSMO Science Forum.



Das Lernlabor des BI führt regelmäßig Workshops für Kinder und Jugendliche durch, um diese für MINT-Themen zu begeistern. Es richtet sich an die Klassenstufen drei bis zwölf und bietet Workshops zu Themen wie Datenschutz, Programmierung, Künstliche Intelligenz und Nachhaltigkeit des Internets an. Insgesamt 37 Workshops wurden im Jahr 2023 durchgeführt, an denen 670 Schülerinnen und Schüler teilnahmen. Zunächst auf Dresden beschränkt, wurde das Angebot im Jahr 2023 erstmals erweitert, um auch Schulen im ländlichen Raum in Sachsen zu erreichen.

The BI's Learning Lab regularly holds workshops for children and young people to get them interested in STEM subjects. It is aimed at grades three to twelve and offers workshops on topics such as data protection, programming, artificial intelligence, and the sustainability of the Internet. A total of 37 workshops were held in 2023, in which 670 school students took part. Initially limited to Dresden, the offer was expanded for the first time in 2023 to also reach schools in rural areas in Saxony.



Beim Code & Play Workshop des Lernlabors können Kinder und Jugendliche spielerisch einen Roboterarm programmieren.  
At the Learning Lab's Code & Play workshop, children and young people can playfully program a robot arm.

Am Girls\*-Hackday 2023 im Kraftwerk Mitte in Dresden konnten junge, technikinteressierte Menschen einen Einblick in die verschiedenen Bereiche des Codings und Makings bekommen.  
At the Girls\* Hackday 2023 at Kraftwerk Mitte in Dresden, young people interested in technology were able to gain an insight into the various areas of coding and making.



Das BI sieht es als seine Aufgabe an, seine Erfahrungen in der Wissenschaftskommunikation mit anderen Organisationen in Deutschland zu teilen. So bietet das BI im Zukunftscluster SEMECO allen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ein Qualifizierungsprogramm für Wissenschaftskommunikation an. Zudem ist das BI im BMBF-geförderten Projekt „6G-Plattform“ für die Arbeitsgruppe Wissenschaftskommunikation verantwortlich. In dieser werden deutschlandweit Aktivitäten der Wissenschaftskommunikation zum 6G-Mobilfunk initiiert und organisiert. Hier berät das BI und teilt eigene Erfahrungen.

The BI is committed to sharing its experience in science communication with other organizations in Germany. For example, the BI offers all scientists in the SEMECO future cluster a qualification program for science communication. The BI is also responsible for the science communication working group in the BMBF-funded “6G Plattform” project. This group initiates and organizes activities in science communication on 6G mobile communications throughout Germany. Here, the BI provides advice and shares its own experiences.

 **SEMECO.**

**6G Plattform**

In den Projekten „SEMECO“ und „6G Plattform“ arbeitet das BI aktiv im Bereich der Wissenschaftskommunikation.  
The BI works actively in the field of science communication in the projects “SEMECO” and “6G Plattform”.

# Anhang Appendix

# Projektübersicht

## Project Overview

### HiCONNECTS

Technologien und Pilotlinien für die heterogene Integration von Kommunikations- und Radarelektronik  
Technologies and pilot lines for heterogeneous integration of communication and radar electronics

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	01.01.2023 – 31.12.2025
EU Fördervolumen   EU funding volume	€ 24.654.191,76
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 394.100,00
Gefördert durch   Funded by	EU, BMBF (Federal Ministry of Education and Research)
Kooperationspartner   Cooperation partners	Polytechnic University of Bucharest, NovAliX, Smart Universal, Solmates, deepXscan GMBH, ICOS, NXP Semiconductors Netherlands B.V., Centria University of Applied Sciences, NFI, Excillum (Sweden), Ulak Haberlesme AS, Siemens Electronic Design Automation Sarl, Harokopio University, SAVOX, ORBX, NXP (Germany), SEMI Europe, TU/e, Qtechnology A/S, AVL Turkey, FHG, POLITO, University of Catania, Politecnico di Milano, Turkcell, ITML, PHIX B.V., Teramount Ltd, Ferdinand-Braun-Institut gGmbH Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH), TNO, Tübitak, KLA, AT&S (Austria), Aixtron SE, Softability OY, BRT, Ford Otomotiv Sanayi Anonim Sirketi, NOVA Ltd, Coretigo Ltd, HORSAS S.P.A., Besi Netherlands B.V., Innolume, STMICROELECTRONICS SRL, Sanlab Simulasyon AR. GE. SAN. TIC. A.S., 3DIS Technologies, FEI, EVG, Brillanator Ltd, Nanomotion (Israel), Mellanox Technologies (Israel), ASM Amicra, Phononicstech, Semilab, NXP, IMEC, AT-Italy, Huber Diffractionstechnik GmbH & Co. KG, AMIL, Skill Real Ltd, BESI

### Hexa-X-II

Systementwurf mit dem Ziel einer nachhaltigen, integrativen und vertrauenswürdigen 6G-Plattform  
System blueprint aiming at the sustainable, inclusive, and trustworthy 6G platform

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	01.01.2023 – 30.06.2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 22.999.795,14
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 203.050,00
Gefördert durch   Funded by	EU
Kooperationspartner   Cooperation partners	Nokia Solutions and Networks OY, Ericsson AB, Aalto University, Alcatel-Lucent International (Nokia France), Apple Technology Engineering B.V. & Co. KG, Atos IT Solutions and Services Iberia Atos Spain, Chalmers Tekniska Högskola AB, Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC), Ericsson Araştırma, Geliştirme ve Bilişim Hizmetleri A.Ş., Ericsson Finland, IDATE, Institute of Communication and Computer Systems, Interuniversitair Micro-Electronica Centrum, Luleå Tekniska Universitet, Netherlands Organization for Applied Scientific Research, NXP Nextworks S.R.L., Nokia Solutions and Networks Danmark AS, Nokia Solutions and Networks GmbH & Co. KG, OneReality, Optare Solutions S.L., Orange, Orange Poland, Institute PIIU, Qamcom Research and Technology AB, Qualcomm, Sequans, Siemens AG, Siemens Industry Software Oy, Siemens AG Österreich, Sony Nordic, Technische Universität Dresden, Technische Universität Kaiserslautern, Telenor ASA, Telecom Italia S.p.A., Telefónica Investigación y Desarrollo S.A.U., Ubiwhere, Universidad Carlos III de Madrid, University of Oulu, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Vodafone Group Services GmbH, Wings ICT Solutions PC

### SEMECO

Sichere medizinische Mikrosysteme und Kommunikation  
Secure medical microsystems and communications

Rolle des BI   Role of the BI	Teilprojekt-Koordination   Subproject coordinator
Projektlaufzeit   Project duration	01.05.2023 – 30.04.2026
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 15.000.000,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 1.473.511,49
Gefördert durch   Funded by	BMBF (Federal Ministry of Education and Research)
Kooperationspartner   Cooperation partners	Technische Universität Dresden, Cyberus Technology, Infineon Technologies, Kernkonzept, Deutsche Telekom MMS, Carl Zeiss Digital Innovation, Secunet Security Networks, Siemens Healthineers, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration, Else-Kröner-Fresenius Center for Digital Health, Startup-Service Dresden   exists & HighTech Startbahn der TU Dresden, Silicon Saxony e.V.

### COREnext

Europäische Kerntechnologien für die nächste Generation von Kommunikations- und Computerhardware  
European core technologies for next generation communication-computing hardware

Rolle des BI   Role of the BI	Koordination   Coordinator
Projektlaufzeit   Project duration	01.01.2023 – 31.12.2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 12.988.081,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 882.250,00
Gefördert durch   Funded by	EU
Kooperationspartner   Cooperation partners	Australo Interinnov Marketing Lab SI, Chalmers Tekniska Högskola AB, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Ericsson AB, Cyberus Technology GmbH, Eurecom, Infineon Technologies AG, Interuniversitair Micro-electronica Centrum, Nxp Semiconductors Netherlands B.V., Radiall, Sequans Communications S.A., Technische Universität Dresden, Telecom Italia Spa, Wings ICT Solutions Information & Communication Technologies Ite, Institut Polytechnique de Bordeaux, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH), IHP GmbH – Innovations For High Performance Microelectronics/Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Nokia Solutions and Networks GmbH & Co. KG, Nokia Networks France, III-V Lab, Infineon Technologies Austria AG, Kalray S.A.

### KOMSENS-6G

Perzeptive Kommunikations-Netzwerke mit integriertem Sensing für die 6. Generation des Mobilfunks  
Perceptive communication networks with integrated sensing for the 6th generation of mobile communications

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	15.11.2022 – 14.11.2025
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 10.683.473,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 537.229,02
Gefördert durch   Funded by	BMBF (Federal Ministry of Education and Research)
Kooperationspartner   Cooperation partners	IMST GmbH, Robert Bosch GmbH, GPP Communication GmbH & Co. KG, Ericsson GmbH, Ericsson Antenna Technology Germany GmbH, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Leibniz Universität Hannover, Nokia Solutions and Networks GmbH & Co. KG, Karlsruher Institut für Technologie, Technische Universität Dresden, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Deutsche Telekom AG, Universität Stuttgart, Technische Universität Ilmenau

## 6G Plattform

Plattform für zukünftige Kommunikationstechnologien und 6G  
 Platform for future communication technologies and 6G

Rolle des BI   <a href="#">Role of the BI</a>	Partner   <a href="#">Partner</a>
Projektlaufzeit   <a href="#">Project duration</a>	01.10.2021 – 30.09.2025
Fördervolumen gesamt   <a href="#">Total funding volume</a>	€ 10.405.028,00
Fördervolumen BI   <a href="#">BI funding volume</a>	€ 388.394,39
Gefördert durch   <a href="#">Funded by</a>	BMBF ( <a href="#">Federal Ministry of Education and Research</a> )
Kooperationspartner   <a href="#">Cooperation partners</a>	Universität Bremen, Technische Universität Dresden, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Automation und Kommunikation e.V., Technische Universität Berlin, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau

## 6G-ICAS4Mobility

6G Integrierte Kommunikation und Sensorik für Mobilitätsanwendungen  
 6G integrated communication and sensors for mobility applications

Rolle des BI   <a href="#">Role of the BI</a>	Partner   <a href="#">Partner</a>
Projektlaufzeit   <a href="#">Project duration</a>	01.10.2022 – 30.09.2025
Fördervolumen gesamt   <a href="#">Total funding volume</a>	€ 9.986.249,00
Fördervolumen BI   <a href="#">BI funding volume</a>	€ 434.924,21
Gefördert durch   <a href="#">Funded by</a>	BMBF ( <a href="#">Federal Ministry of Education and Research</a> )
Kooperationspartner   <a href="#">Cooperation partners</a>	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., AeroDCS GmbH, CiS GmbH, NXP Semiconductors Germany GmbH, Universität Ulm, IMST GmbH, Missing Link Electronics GmbH, HENSOLDT Sensors GmbH, Technische Universität Ilmenau, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Denso Automotive Deutschland GmbH, Merantix Momentum GmbH, Robert Bosch GmbH, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

## INGENIOUS

IoT-Lösungen der nächsten Generation für die gesamte Lieferkette  
 Next-generation IoT solutions for the universal supply chain

Rolle des BI   <a href="#">Role of the BI</a>	Technische Leitung   <a href="#">Technical Manager</a>
Projektlaufzeit   <a href="#">Project duration</a>	01.10.2020 – 31.03.2023
Fördervolumen gesamt   <a href="#">Total funding volume</a>	€ 7.997.137,50
Fördervolumen BI   <a href="#">BI funding volume</a>	€ 548.231,22
Gefördert durch   <a href="#">Funded by</a>	EU
Kooperationspartner   <a href="#">Cooperation partners</a>	Universitat Politècnica de València (UPV), Ericsson Telecomunicazioni S.p.A. (TEI), Nokia Spain S.A. (NOK), SES Techcom S.A. (SES), Telefónica Investigación y Desarrollo S.A. (TID), Technische Universität Dresden, Sequans Communications S.A. (SEQ), Nextworks (NXW), Cumucore OY (CMC), Awake.AI Oy (AWA), NeuroDigital Technologies (NED), NeuroControls GmbH (NCG), ASTI Mobile Robotics S.A.U. (ASTI), Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych (PJATK), Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni (CNIT), ValenciaPort Foundation (FV), 5G Communications for Future Industry Verticals, S.L. (SCMM), Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale (AdSP-MTS), ST Engineering iDirect (Ireland) Limited (iDR), Cosco Shipping Lines (Spain) S.A. (COSSP)

## 6G-CampuSens

6G Technologien für sichere Campusnetze mit integrierter Sensorik  
 6G technologies for secure campus networks with integrated sensing

Rolle des BI   <a href="#">Role of the BI</a>	Partner   <a href="#">Partner</a>
Projektlaufzeit   <a href="#">Project duration</a>	01.11.2022 – 31.10.2025
Fördervolumen gesamt   <a href="#">Total funding volume</a>	€ 7.566.084,00
Fördervolumen BI   <a href="#">BI funding volume</a>	€ 258.144,01
Gefördert durch   <a href="#">Funded by</a>	BMBF ( <a href="#">Federal Ministry of Education and Research</a> )
Kooperationspartner   <a href="#">Cooperation partners</a>	Nokia Solutions and Networks GmbH & Co. KG, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, secunet Security Networks AG, Infineon Technologies AG, umbrella.associates GmbH, Technische Universität Dresden, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Vodafone Group Services GmbH, Creonic GmbH

## CYMEDSEC

Verbesserte Cybersicherheit für vernetzte Medizinprodukte durch Optimierung von Leitlinien, Normen, Risikomanagement und Risikomanagement und Sicherheit durch Technik  
 Enhanced cybersecurity for networked medical devices through optimisation of guidelines, standards, risk management and security by design

Rolle des BI   <a href="#">Role of the BI</a>	Partner   <a href="#">Partner</a>
Projektlaufzeit   <a href="#">Project duration</a>	01.11.2023 – 31.10.2027
Fördervolumen gesamt   <a href="#">Total funding volume</a>	€ 6.146.725,00
Fördervolumen BI   <a href="#">BI funding volume</a>	€ 619.375,00
Gefördert durch   <a href="#">Funded by</a>	EU
Kooperationspartner   <a href="#">Cooperation partners</a>	Technische Universität Dresden, Vrije Universiteit Brussel, Athina-Erevnitiko Kentro Kainotomias Stis Technologies Tis Pliroforias, Fondazione Casa Sollievo Della Sofferenza, Fondazione ICONS, secunet Security Networks AG, PARTICLE Summary, Hospital do Espírito Santo de Évora, Umana Medical Technologies Ltd, Austrian Standards International

## M/EDGE

Vertrauenswürdige und energiesparende Edge-Elektronik für medizinische Anwendungen  
 Trustworthy and energy-saving edge electronics for medical applications

Rolle des BI   <a href="#">Role of the BI</a>	Partner   <a href="#">Partner</a>
Projektlaufzeit   <a href="#">Project duration</a>	01.11.2022 – 31.10.2025
Fördervolumen gesamt   <a href="#">Total funding volume</a>	€ 5.458.030,00
Fördervolumen BI   <a href="#">BI funding volume</a>	€ 1.142.793,00
Gefördert durch   <a href="#">Funded by</a>	BMBF ( <a href="#">Federal Ministry of Education and Research</a> )
Kooperationspartner   <a href="#">Cooperation partners</a>	Technische Universität Dresden, Infineon Technologies AG, Technische Universität Dresden, exelonix GmbH, Ovesco Endoscopy AG, Eberhard Karls Universität Tübingen, Charité - Universitätsmedizin Berlin, PRECISIS GmbH

## Klimawandel in historischen Gärten

Climate change in historic gardens

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	25.08.2021 – 31.12.2024
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 3.000.000,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 633.755,00
Gefördert durch   Funded by	BMWSB (Federal Ministry for Housing, Urban Development and Building)
Kooperationspartner   Cooperation partners	Staatliche Schlösser Burgen und Gärten Sachsen gGmbH, Technische Universität Dresden

## 6G-ReS

Sichere und resiliente 5G/6G-Systeme

Secure and resilient 5G/6G systems

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	31.12.2022 – 31.12.2024
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 2.500.000,00
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 531.936,73
Gefördert durch   Funded by	BSI (Federal Office for Information Security)
Kooperationspartner   Cooperation partners	secunet Security Networks AG, Vodafone GmbH, Scontain GmbH, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

## InnoDCon - Innovative Drone Connectivity

Konnektivitätslösungen für den missionsgeführten UAS-Flugbetrieb (BVLOS) und 3D-Mobilität

Connectivity solutions for mission-guided UAS flight operations (BVLOS) and 3D mobility

Rolle des BI   Role of the BI	Partner   Partner
Projektlaufzeit   Project duration	01.11.2023 – 31.12.2024
Fördervolumen gesamt   Total funding volume	€ 1.703.175,08
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 103.080,11
Gefördert durch   Funded by	BMDV (Federal Ministry for Digital and Transport)
Kooperationspartner   Cooperation partners	Technische Universität Dresden, Autonom Elektrisch Fliegen gGmbH

## FOSSIL

Betriebssystemunterstützung zur Erschließung des Potentials nichtflüchtigen Speichers

Operating system support for unlocking the potential of non-volatile memory

Projektlaufzeit   Project duration	01.08.2022 – 31.07.2025
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 338.400,00
Gefördert durch   Funded by	DFG (German Research Foundation)

## MicroCosmos

Ein Programmiermodell und Compiler für Cloud Microservices

A programming model and compiler for cloud microservices

Projektlaufzeit   Project duration	01.02.2023 – 31.01.2026
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 329.900,00
Gefördert durch   Funded by	DFG (German Research Foundation)

## LeLaSax

Erweiterung von Informatik-Lernangeboten für Sachsen durch das Barkhausen Institut

Extension of computer science learning offers for Saxony by the Barkhausen Institut

Projektlaufzeit   Project duration	01.07.2023 – 31.12.2024
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 106.500,00
Gefördert durch   Funded by	SMK (Saxon State Ministry of Education and Cultural Affairs)

## BNetzA

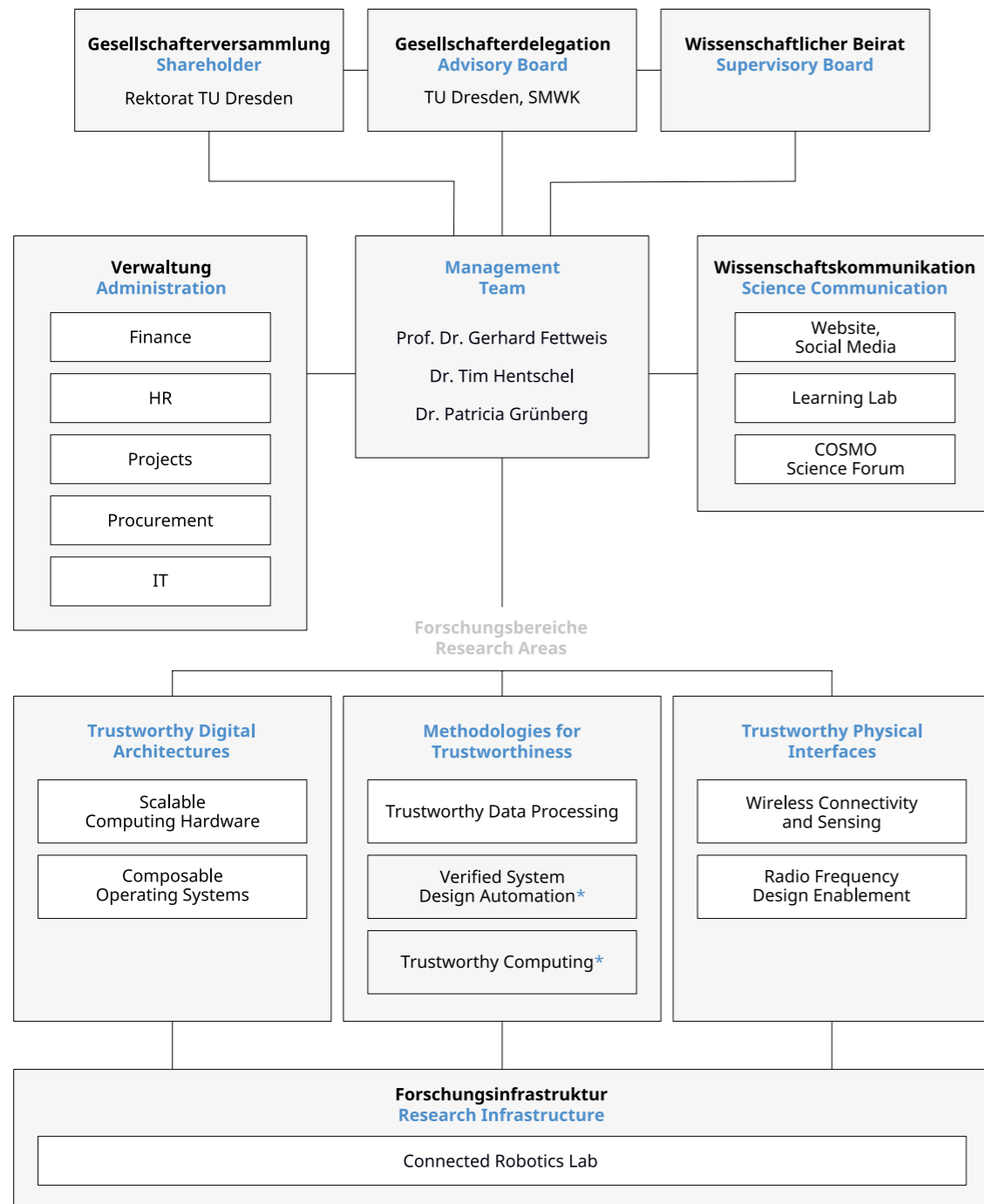
Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Schutzbedarf in kritischen und sensiblen Telekommunikationsnetzen

Additional protection measures and protection requirements in critical and sensitive telecommunication networks

Rolle des BI   Role of the BI	Auftragnehmer   Contractor
Projektlaufzeit   Project duration	01.04.2022 – 30.11.2023
Fördervolumen BI   BI funding volume	€ 38.120,36
Gefördert durch   Funded by	GWT (Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer   Society for Knowledge and Technology Transfer)
Kooperationspartner   Cooperation partners	GWT, AiN (Advancing Individual Networks)



# Organigramm Organizational Chart



Organizational Chart Barkhausen Institut, 01/2024

\* Gruppe im Aufbau | Group in set-up phase

# Gremien Committees

## Management Team | Management Team

NAME   NAME	POSITION   POSITION
Prof. Dr. Gerhard Fettweis	Wissenschaftlicher Direktor und Geschäftsführer   Scientific Director
Dr. Tim Hentschel	Technischer Direktor und Geschäftsführer   Director Operations
Dr. Patricia Grünberg	Leiterin Verwaltung und Prokuristin   Director G & A

## Wissenschaftlicher Beirat | Scientific Advisory Board

NAME   NAME	POSITION   POSITION
Prof. Dr. Georg Bretthauer	zuletzt Leiter des Instituts für Angewandte Informatik, Karlsruher Institut für Technologie prev. Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Automation and Applied Informatics
Prof. Dr. Holger Boche	Professur für Theoretische Informationstechnik, TU München Professor for Theoretical Information Technology, Technical University of Munich
Prof. Peter Druschel, Ph.D.	Gründungsdirektor und Wissenschaftliches Mitglied, Max-Planck-Institut für Softwaresysteme Director and Scientific Member, Max Planck Institute for Software Systems
Prof. Dr. Gerhard Kahmen	Wissenschaftlich-Technischer Geschäftsführer, IHP Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt/Oder Scientific and Technical Director, IHP Leibniz Institute for High Performance Microelectronics, Frankfurt/Oder
Dr. Michael Peeters	Program Director Connectivity, IMEC Program Director Connectivity, IMEC
Prof. Dr. Sebastian Schmidt	Wissenschaftlicher Direktor, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf Scientific Director, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Prof. Dr. Ingrid Verbauwhede	Professur KU Leuven, Computer Security and Industrial Cryptography Gruppe Professorship KU Leuven, Computer Security and Industrial Cryptography group

## Gesellschafterdelegation | Supervisory Board

NAME   NAME	POSITION   POSITION
Jan Gerken	Technische Universität Dresden, Kanzler
Prof. Dr. Ronald Tetzlaff	Technische Universität Dresden, Chief Officer Technology Transfer und Internationalisation
Dr. Babett Gläser	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus, Leiterin der Abteilung Forschung
Jörg Logé	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus, Referent

# Gruppen

## Groups

### GRUPPE | GROUP

Composable Operating Systems

### TEAM | TEAM

Dr. Michael Roitzsch (Group Leader),  
Dr. Nils Asmussen, Dr. Carsten Weinhold,  
Dr. Sebastian Ertel, Matthias Hille,  
Till Miemietz, Maksym Planeta,  
Lisza Zeidler, Prof. Dr. Hermann Härtig\*,  
Prof. Dr. Matthias Wählisch\*

### AUFGABENBEREICH | AREA OF RESPONSIBILITY

Die Gruppe Composable Operating Systems forscht an sicheren Betriebssystemen auf Basis einer Mikrokernarchitektur, um die Komplexität zu reduzieren und die Komponentenisolation zu maximieren.

The Composable Operating Systems group conducts research on secure operating systems based on a microkernel architecture to reduce complexity and maximize component isolation.

Scalable Computing Hardware

Dr. Sebastian Haas, Dr. Mattis Hasler,  
Dr. Friedrich Pauls, Dr. Nilanjana Das,  
Yogesh Verma

Die Gruppe Scalable Computing Hardware forscht an skalierbaren Multiprozessorsystemen (MPSoC), die eine sichere und energieeffiziente Datenverarbeitung für Anwendungen des Internets der Dinge (IoT) ermöglichen.

The Scalable Computing Hardware group conducts research on scalable multiprocessor systems-on-chip (MPSoC) which enable secure and energy-efficient data processing for applications of the Internet of Things (IoT).

Radio Frequency Design Enablement

Dr. Padmanava Sen (Group Leader),  
Dr. Armen Harutyunyan, Mehrab Ramzan,  
Muhammad Umar, Dr. Shahanawaz Kamal,  
Sandra George, Merve Tascioglu Yalcinkaya

Die Gruppe Radio Frequency Design Enablement forscht an Hochfrequenzschaltungen und entwickelt zuverlässige IoT-Systeme.

The Radio Frequency Design Enablement group researches radio frequency circuits and develops reliable IoT systems.

Wireless Connectivity and Sensing

Prof. Dr. Rafael Schaefer (Group Leader),  
Dr. Sayed Hossein Dokhanchi,  
Dr. Minh Thuy Pham, Jan Adler,  
Amitha Mayya, Prof. Dr. Arsenia Chorti\*

Die Gruppe Wireless Connectivity and Sensing forscht an einer sicheren, zuverlässigen und widerstandsfähigen drahtlosen Kommunikation und Sensorik für das Internet der Dinge unter Beachtung anwendungsspezifischer Anforderungen, wie beispielsweise einer geringen Latenz.

The Wireless Connectivity and Sensing group researches secure, reliable, and resilient wireless communication and sensing for the Internet of Things, taking into account application-specific requirements such as low latency.

Trustworthy Data Processing

Dr. Stefan Köpsell (Group Leader),  
PhD Maryam Zarezadeh, PhD Yevhen Zolotavkin,  
PhD Prajnamaya Dass, Jana Eisoldt,  
Ali Khandan Boroujeni, Jannik Mähn,  
Dr. Mahshid Mehrabi

Das Forschungsziel der Gruppe Trustworthy Data Processing ist eine Plattform, die eine vertrauenswürdige und datenschutzgerechte Datenverarbeitung für IoT-Anwendungen ermöglicht. Dabei geht es neben der Erstellung technischer Basis-Bausteine auch um eine ganzheitliche Sichtweise, die ökonomische, rechtliche und organisatorische Maßnahmen umfasst.

The research objective of the Trustworthy Data Processing group is a platform which enables trustworthy and data protection-compliant data processing for IoT applications. In addition to the creation of basic technical building blocks, this also involves a holistic approach that includes economic, legal, and organizational measures.

### Connected Robotics Lab

Dr. Maximilian Matthé (Group Leader),  
Paul Auerbach, Markus Böhme, Dr. Peng Huang,  
Jens Kugelmann, Zhitao Lin, Christoph Schubert,  
Sebastian Vorberg, Prof. Dr. Heinrich Meyr\*

Das Connected Robotics Lab unterstützt die Forschenden beim Aufbau von Mess- und Testaufbauten, betreut die Forschungsinfrastruktur und entwickelt interaktive Demonstratoren, die es Besucherinnen und Besuchern von Ausstellungen und Veranstaltungen ermöglichen, sich spielerisch mit IoT-Anwendungsfeldern vertraut zu machen.

The Connected Robotics Lab supports researchers in setting up measurement and test setups, manages the research infrastructure and develops interactive demonstrators that enable visitors to exhibitions and events to get familiar with IoT application fields in a playful way.

### Wissenschaftskommunikation Science Communication

Dr. Patricia Grünberg (Group Leader),  
Dr. Tiphaine Cattiau, Sandra Erber,  
Carolin Fischer, Dr. Judith Flurer, Annika Höritz,  
Anne Sarah Kraus, Malou Kunz, Rafael Vinz,  
Cara Frister, Antonio Rehwinkel

Die Abteilung für Wissenschaftskommunikation verfolgt das Ziel, Wissenschaft und Forschung für die Zivilgesellschaft verständlicher zu machen. Mit engagierter Unterstützung der Forschenden werden unterschiedlichste Formate organisiert oder durchgeführt.

The Department of Science Communication pursues the goal of making science and research more comprehensible and accessible to civil society. A wide variety of formats are organized or carried out with the dedicated support of researchers.

### Verwaltung Administration

Dr. Patricia Grünberg (Group Leader),  
Jenny Baumhoer, Fabian Buddenkotte,  
Fabian Diehm, Stefanie Dünkel, Maxi Herrera,  
Danny Lahr, Anne Losinski, Sabine Oeste,  
Olena Orlova, Jenny Pick, Sabine Schmidt,  
Dr. Christine Viertmann, Antje Wetendorf,  
Johanna Wolter, Katrin Zincke

Die Verwaltung stellt sicher, dass die Forschenden ihre Arbeit optimal durchführen können, indem sie die notwendigen Ressourcen bereitstellt und effiziente Organisationsstrukturen aufrechterhält.

The administration ensures that researchers can carry out their work optimally by providing the necessary resources and maintaining efficient organizational structures.

\* BI Research Fellow

# Publikationen in 2023

## Publications in 2023

George Alkhoury, Sara Berri, Arsenia Chorti, **Deep Reinforcement Learning-Based Network Slicing Algorithm for 5G Heterogeneous Services**, IEEE Global Communications (Globecom) 2023

James Asghar, Paul Auerbach, Maximilian Matthé, Carsten Knoll, **A Control Pipeline for Robust Lane Keeping in Model Cars**, International Conference on Control, Mechatronics and Automation, 2023

Tina Bobbe, Lenard Opeskin, Lisa-Marie Lüneburg, Helge Wanta, Joshwa Pohlmann, Jens Krzywinski, **Design for communication: how do demonstrators demonstrate technology?**, Design Science, 2023

Farhad Bozorgi, Padmanava Sen, **A Compact Reconfigurable Power Splitter Enabling a Full-Duplex Integrated Transceiver Employed for Joint Communication and Radar Sensing**, 20th European Radar Conference (EuRAD), Berlin, Germany, 2023

Arsenia Chorti, **Trust and Physical Layer Security for 6G Cyber-Physical Systems**, Harvard Data Science Review, Issue 5.1, Winter 2023

Nilanjana Das, Mattis Hasler, Sebastian Haas, **Implicit Hardware Trojan: Principles and Enabling Methods**, 2023 20th International SoC Design Conference (ISOCC), 2023

Sayed Hossein Dokhanchi, André Barreto, Gerhard Fettweis, **Performance Analysis of Zero-Padded Sequences for Joint Communications and Sensing**, IEEE Transactions on Signal Processing, 2023

Sandra George, Padmanava Sen, et.al, **A 24-28 GHz Tunable LNA in 22nm FDSOI Technology**, 30th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS), 2023

Armen Harutyunyan, Padmanava Sen, **In-Band Full-Duplex Solutions in the Paradigm of Integrated Sensing and Communication**, IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Workshops (ICASSPW), 2023

Mattis Hasler, Sebastian Haas, **Mitigating Message Passing Interference in Trusted Embedded Platforms**, 2023 20th International SoC Design Conference (ISOCC), 2023

Mattis Hasler, **Hiding from Hardware Trojan Detectors by Avoiding Rare Events**, 2023 30th IEEE International Conference on Electronics, Circuits, and Systems (ICECS), 2023

Mattis Hasler, **RoadRunner: A Modularized Hardware Design Management and EDA Tool Runner**, Second Workshop on Open-Source Computer Architecture Research (OSCAR), 2023

Rabiul Hossen, Mehrab Ramzan, Padmanava Sen, **Defected Ground Structure-Based Compact Wideband Monopole Antenna Design with Equivalent Circuit Modeling for Communication and Sensing Applications**, IEEE International Symposium on Joint Communications & Sensing, 2023

Moritz Jasper, Stefan Köpsell, **Secure and Dynamic Publish/Subscribe: LCMsec**, 98th IEEE Vehicular Technology Conference, VTC Fall 2023, 2023

Jongkil Jeong, Yevhen Zolotavkin, Robin Doss, **Examining the Current Status and Emerging Trends in Continuous Authentication Technologies through Citation Network Analysis**, ACM Computing Surveys, ACM Computing Surveys, 2023

Maximilian Matthé, Arsenia Chorti, **Analysis of the Mutual Information of Channel Phase Observations in Line-of-Sight Scenarios**, Entropy, 2023

Maximilian Matthé, Paul Kühne, Johannes Schlatow, **Using Genode OS for Remotely Updated Embedded IoT Devices**, Tagungsband des FG-BS Frühjahrstreffens, 2023

Amitha Mayya, Miroslav Mitev, Arsenia Chorti, Gerhard Fettweis, **A SKG Security Challenge: Indoor SKG Under an On-The-Shoulder Eavesdropping Attack**, IEEE Global Communications Conference, 2023

Amitha Mayya, Miroslav Mitev, Arsenia Chorti, Gerhard Fettweis, **Effects of Channel Characteristics and Design Parameters on Secret Key Generation Rates**, European Conference on Networks and Communications, 2023

Francesco Mazzo, Stefano Tomasin, Hongliang Zhang, Arsenia Chorti, H. Vincent Poor, **Physical-Layer Challenge-Response Authentication for Drone Networks**, IEEE Global Communications (Globecom) 2023

Till Miemietz, Viktor Reusch, Michael Roitzsch, **An NVM Performance Study Towards Whole System Persistence on Server Platforms**, 1st Workshop on Disruptive Memory Systems (DIMES), 2023

Miroslav Mitev, Arsenia Chorti, Gerhard Fettweis, **Physical Layer Secret Key Generation with Kalman Filter Detrending**, IEEE Global Communications (Globecom) 2023

Miroslav Mitev, Arsenia Chorti, Vincent Poor, Gerhard Fettweis, **What Physical Layer Security Can Do for 6G Security**, IEEE Open Journal of Vehicular Technology, 2023

Miroslav Mitev, Minh Thuy Pham, Arsenia Chorti, Andre Noll Barreto, Gerhard Fettweis, **Physical Layer Security - from Theory to Practice**, IEEE BITS Magazine, Dec. 2023

Mohammad Nosouhi, Syed Wajid Ali Shah, Lei Pan, Yevhen Zolotavkin, Ashish Nanda, Praveen Gauravaram, Robin Doss, **Weak-Key Analysis for BIKE Post-Quantum Key Encapsulation Mechanism**, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 2023

Friedrich Pauls, Sebastian Haas, Mattis Hasler, **Trust-minimized Integration of Third-Party Intellectual Property Cores**, 2023 20th International SoC Design Conference (ISOCC), 2023

Minh Thuy Pham, Linda Senigaglia, Marco Baldi, Gerhard Fettweis, Arsenia Chorti, **Machine Learning-based Robust Physical Layer Authentication Using Angle of Arrival Estimation**, IEEE Global Communications (Globecom) 2023

Minh Thuy Pham, Miroslav Mitev, Arsenia Chorti, Gerhard Fettweis, **Pilot Randomization to Protect MIMO Secret Key Generation Systems Against Injection Attacks**, IEEE Wireless Communications Letters, 2023

Mehrab Ramzan, Padmanava Sen, **Dual Polarized High Gain Resonant Cavity Antenna (RCA) with a Single Layer Metasurface for 6G Applications**, 17th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), 2023

Mehrab Ramzan, Padmanava Sen, **Wideband Polarization Independent Resonant Cavity Antenna for 6G Applications**, IEEE Access, 2023

Mehrab Ramzan, **An Ultra-Miniaturized High Efficiency Implanted Spiral Antenna for Leadless Cardiac Pacemakers**, IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, 2023

Michael Roitzsch, Till Miemietz, Christian von Elm, Nils Asmussen, **Software-Defined CPU Modes**, 19th Workshop on Hot Topics in Operating Systems (HotOS), 2023

Padmanava Sen, Armen Harutyunyan, Muhammad Umar, Shahanawaz Kamal, **Joint Communication and Radar Sensing: RF Hardware Opportunities and Challenges—A Circuits and Systems Perspective**, Sensors, 2023

Padmanava Sen, Farhad Bozorgi, Armen Harutyunyan, André Barreto, Ahmad Nimr, Gerhard Fettweis, **RF Front-Ends for ISAC—Design Challenges and Potential Solutions**, Integrated Sensing and Communications, 2023

Muralikrishnan Srinivasan, Sotiris Skaperas, Mahdi Shakiba Herfeh, Arsenia Chorti, **Channel State information as a Source of Shared Randomness and an Authentication Factor**, GRETSI 2023

Muralikrishnan Srinivasan, Sotiris Skaperas, Miroslav Mitev, Mahdi Shakiba Herfeh, Muhammad K. Shehzad, Philippe Sehier, Arsenia Chorti, **Smart Channel State Information Pre-processing for Joint Authentication and Secret Key Distillation**, IEEE Trans. Machine Learning in Communications and Networking, Dec. 2023

Muralikrishnan Srinivasan, Arsenia Chorti, **Joint Power Control and Clustering in NOMA-enabled Cell-free Massive MIMO**, GRETSI 2023

Felix Suchert, Lisa Zeidler, Jeronimo Castrillon, Sebastian Ertel, **ConDRust: Scalable Deterministic Concurrency from Verifiable Rust Programs**, 37th European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP), 2023

Merve Tascioglu Yalcinkaya, Padmanava Sen, Gerhard Fettweis, **Comparative Analysis of Antenna Isolation Characteristic with & without Self-Interference Reduction Techniques towards In-Band Full-Duplex Operation**, IET Microwaves, Antennas & Propagation, 2023

Merve Tascioglu Yalcinkaya, Padmanava Sen, Gerhard Fettweis, **High Isolation Novel Interleaved TRX Antenna Array with Defected Ground Structure for In-Band Full-Duplex Applications**, 17th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), 2023

Merve Tascioglu Yalcinkaya, Padmanava Sen, Mehrab Ramzan, Gerhard Fettweis, **Highly Portable Open Source Array & Phased Antenna Simulator**, IEEE EUROCON 2023-20th International Conference on Smart Technologies, 2023

Muhammad Umar, Padmanava Sen, **Antenna-Duplexed Passive Beamforming Front-End for Joint Communication and Sensing**, IEEE International Symposium on Joint Communications & Sensing, 2023

Yogesh Verma, Mattis Hasler, **Crosstalk-Based Hardware Trojan In Low Power Designs**, 2023 20th International SoC Design Conference (ISOCC), 2023

Carsten Weinhold, Nils Asmussen, Diana Göhringer, Michael Roitzsch, **Towards Modular Trusted Execution Environments**, 6th Workshop on System Software for Trusted Execution (SysTEX), 2023

Solomon Orduen Yese, Sara Berri, Arsenia Chorti, **Novel Slice Admission Control Scheme with Overbooking and Dynamic Buyback Process**, IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks (NFV-SDN), Nov. 2023

Ketong Zheng, Peng Huang, Gerhard Fettweis, **Optimal Control of Quadrotor Attitude System Using Data-driven Approximation of Koopman Operator**, IFAC-PapersOnLine, 2023

Yevhen Zolotavkin, Yurii Baryshev, Vitalii Lukichov, Jannik Mähn, Stefan Köpsell, **Improving Unlinkability in C-ITS: A Methodology For Optimal Obfuscation**, 9th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP'23), 2023

# Lehre

## Teaching

Das Barkhausen Institut (BI) sieht die Lehre als einen festen Bestandteil der akademischen Tätigkeit und will das Wissen mit dem wissenschaftlichen Nachwuchs teilen. Folgende Kurse und Vorlesungen werden dafür von Wissenschaftlern des BI an der TU Dresden angeboten:

The Barkhausen Institut (BI) recognizes teaching as an integral element of academic activity and wants to share the knowledge with the next generation of scientists. The following courses and lectures are offered at TU Dresden by scientists of the BI:

KURS   COURSE	DOZENT   LECTURER	KURSBESCHREIBUNG   COURSE DESCRIPTION
Einführung in das Maschinelle Lernen <a href="#">Introduction to Machine Learning</a>	Prof. Dr. Rafael Schaefer	Inhalt der Lehrveranstaltung ist eine Einführung in das maschinelle Lernen. Diese umfasst einen Überblick über grundlegende Strukturen, Konzepte und Algorithmen des maschinellen Lernens und des Deep Learnings einschließlich anwendungsbezogener Entwurfs-, Klassifikations- und Trainingsmethoden. <a href="#">The content of the course is an introduction to machine learning. This includes an overview of basic structures, concepts and algorithms of machine learning and deep learning, including application-related design, classification and training methods.</a>
Foundations of Certified Programming Language and Compiler Design <a href="#">Foundations of Certified Programming Language and Compiler Design</a>	Dr. Sebastian Ertel Prof. Dr. Jeronimo Castrillon	Die Vorlesung untersucht die Grundlagen der formalen Verifikation und gibt eine Einführung in die formal verifizierte Softwareentwicklung mit besonderem Augenmerk auf den Bau von Programmiersprachen und Compilern. Sie führt die Zusammenhänge zwischen Logik und Typsystemen ein, welche die Grundlage für die formale Verifikation von Programmen bilden. <a href="#">The lecture examines the fundamentals of formal verification and provides an introduction to formally verified software development with special attention to the construction of programming languages and compilers. It introduces the relationships between logic and type systems, which form the basis for formal verification of programs.</a>
Mikrokernbasierte Betriebssysteme <a href="#">Microkernel-based Operating Systems</a>	Dr. Michael Roitzsch	Diese Vorlesung behandelt verschiedene Aspekte und Konzepte der Konstruktion und Implementierung von mikrokernbasierten Betriebssystemen. Im ersten Teil führen wir grundlegende Mechanismen ein. Im zweiten Teil der Vorlesung werden auf diesen Konzepten aufbauende reale Systeme vorgestellt. Es werden insbesondere die Mikrokern-Arbeiten der TU Dresden, aber auch Alternativen betrachtet. <a href="#">This lecture introduces various aspects and concepts regarding the construction and implementation of microkernel-based operating systems. In the first part, we introduce fundamental mechanisms. In the second part of the lecture, real systems that have been built using these concepts are presented. In particular, the microkernel work of the TU Dresden, but also alternatives are considered.</a>

Mikrokernkonstruktion <a href="#">Microkernel Construction</a>	Dr. Nils Asmussen	Diese Vorlesung konzentriert sich auf die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Mikrokern der zweiten Generation. Die Übungen bieten praktische Erfahrung, indem sie den Studierenden die Möglichkeit geben, an einem Mikrokern geringer Komplexität zu hacken. Schließlich werden in der Vorlesung mehrere Fallstudien von Mikrokernen vorgestellt, die im akademischen Bereich und in der Industrie eingesetzt werden. <a href="#">This lecture focuses on current developments in the area of second-generation microkernels. The exercises provide hands-on experience by allowing students to hack on a low-complexity microkernel. Finally, the lecture presents multiple case studies of microkernels used in academia and industry.</a>
Physical Design <a href="#">Physical Design</a>	Dr. Padmanava Sen Dr. Sebastian Haas	Physical Design ist ein wesentlicher Bestandteil der Entwicklung digitaler Hardware. Die in diesem Kurs vermittelten Inhalte helfen den Studierenden, Implementierungen von Prozessoren, fortschrittlicher VLSI-Systeme und der physischen Kommunikationsschichten zu planen und auszuführen. <a href="#">Physical design is an integral part of the development of digital hardware. The content taught in this course will help the students to plan and execute implementations of processors, advanced VLSI systems design and physical layers of communications.</a>
Verteilte Betriebssysteme <a href="#">Distributed Operating Systems</a>	Prof. Dr. Horst Schirmeier Dr. Michael Roitzsch Dr. Carsten Weinhold	Die Vorlesung „Verteilte Betriebssysteme“ knüpft an die Grundlagenvorlesung „Betriebssysteme und Sicherheit“ an. Dort besprochene Themen werden ausgebaut und gefestigt. Die Lehrveranstaltung bietet eine ausgewogene Kombination von verteilten Systemen aus praktischer Anwendung und Forschungsprojekten und deren Konstruktionsprinzipien. <a href="#">The Distributed Operating Systems lecture expands on and consolidates the topics of the basic lecture Operating Systems and Security. It is particularly focused on presenting a balanced combination of distributed systems in-use as well as research projects and their underlying construction principles.</a>

# Partner und Kooperationen

## Partners and Cooperations

### INSTITUTION | INSTITUTION

Cadence  
Cadence

### KOOPERATION | COOPERATION

Das Barkhausen Institut (BI) ist Mitglied im Cadence Academic Network, das den Zugang zu führenden Werkzeugen für die Automatisierung von Elektronikdesign ermöglicht. Das Cadence Academic Network unterstützt und verbessert maßgeblich die Aktivitäten des BI in Forschung und Lehre. Wir verwenden Cadence-Produkte für Custom IC, Analog und Digital IC und Verifikation. Die Werkzeuge von Cadence werden in mehreren Forschungsgruppen und Projekten für die zukunftsweisende Forschung an vertrauenswürdigen digitalen Systemen eingesetzt. Cadence ist eine eingetragene Marke von Cadence Design Systems, Inc. 2655 Seely Avenue, San Jose, CA 95134, USA.

The Barkhausen Institut (BI) is a member of the Cadence Academic Network which provides access to leading electronic design automation tools. The Cadence Academic Network significantly supports and improves BI's activities in research and education. We use Cadence products for Custom IC, Analog and Digital IC and Verification. Cadence tools are being used in multiple research groups and projects for leading edge research on trustworthy digital systems. Cadence is a registered trademark of Cadence Design Systems, Inc., 2655 Seely Avenue, San Jose, CA 95134, USA.

DRESDEN-concept  
DRESDEN-concept

Das BI ist Mitglied der Forschungsallianz DRESDEN-concept (DDc). Dabei handelt es sich um einen Verbund der Technischen Universität Dresden mit starken Partnern aus Wissenschaft und Kultur mit dem Ziel, die Exzellenz der Dresdener Forschung sichtbar zu machen. Ziel ist es, dass die DDc-Mitglieder Synergien in den Bereichen Forschung, Ausbildung, Infrastruktur und Verwaltung entwickeln und nutzen. Die 37 Mitgliedseinrichtungen koordinieren ihre Wissenschaftsstrategie und entwickeln eine gemeinsame Strategie, weltweit führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für Dresden zu gewinnen.

The BI is a member of the DRESDEN-concept (DDc) research alliance. DRESDEN-concept is an alliance of the Dresden University of Technology and research institutions from the world of science and culture, resulting in the ideal way to communicate the excellence of research in Dresden. In particular, the cooperation of all DDc partners is aimed at the development and use of synergies in research, education, infrastructure, and administration. The 37 partners coordinate their scientific strategies to support Dresden's leading areas and work on a joint initiative to attract top talents to Dresden.

ETIS  
ETIS

Das BI kooperiert mit ETIS (Equipes Traitement de l'Information et Systèmes) auf dem Forschungsschwerpunkt Physical Layer Security im Rahmen des bilateralen Programms PROCOPE/DAAD zwischen Deutschland und Frankreich. ETIS ist eine gemeinsame Forschungsabteilung von CY (Cergy Paris University), ENSEA Graduate School of Electrical Engineering und CNRS/INS2I. Das französische Team wird von Prof. Arsenia Chorti und Prof. Marwa Chafii koordiniert, die derzeit Associate Professors an der ENSEA mit dem ETIS-Labor UMR 8051 sind.

The BI is cooperating with ETIS (Equipes Traitement de l'Information et Systèmes) on Physical Layer Security under the bilateral program PROCOPE/DAAD between Germany and France. ETIS is a joint research department between CY (Cergy Paris University), ENSEA Graduate School of Electrical Engineering and CNRS/INS2I. The French team is coordinated by Prof. Arsenia Chorti and Prof. Marwa Chafii, who are currently Associate Professors at ENSEA with the ETIS lab UMR 8051.

Leibniz-Institut für innovative  
Mikroelektronik (IHP)  
Leibniz Institute for High  
Performance Microelectronics (IHP)

Im Rahmen des EU-Förderprojekts COREnext arbeiten das BI und das Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP) gemeinsam an Hardware für die vertrauenswürdige Verarbeitung von 6G-Mobilfunksignalen. Das IHP selbst ist das weltweit führende Kompetenzzentrum für Silizium-Germanium-Technologie und betreibt Forschung und Entwicklung zu siliziumbasierten Systemen, Hochfrequenz-Schaltungen und Technologien für die drahtlose und die Breitbandkommunikation.

As part of the EU-funded COREnext project, the BI and the Leibniz Institute for High Performance Microelectronics (IHP) are working together on hardware for the trustworthy processing of 6G mobile phone signals. The IHP itself is the worldwide leading competence center for silicon-germanium technology and conducts research and development into silicon-based systems, high-frequency circuits and technologies for wireless and broadband communication.

NI (jetzt Teil von Emerson)  
NI (now part of Emerson)

NI, als führender Geschäftsbereich für Test- und Messgeräte innerhalb des Emerson Konzerns, unterhält eine langjährige Forschungskoooperation mit dem BI. NI unterstützt die Forschungsaktivitäten des BI auf dem Gebiet der integrierten Sensorik und Kommunikation (ISAC), da dies ein wichtiger Paradigmenwechsel in zukünftigen Mobilfunksystemen in Richtung 6G ist. Die einzigartige Expertise des BI über das komplette Transceiver-System von der Antenne bis zum Basisband ist einmalig, und der Ansatz überzeugt NI. Das BI nutzt viele verschiedene Prototyping-Systeme von NI, von USRP Software Defined Radio bis hin zu Hochleistungs-Prototyping-Systemen mit größeren Bandbreiten bis zu 2 GHz, die sich für fein-granulare ISAC-Forschung eignen.

NI, as a leading business unit of test and measuring systems within Emerson Corp., has a long-lasting research collaboration with the BI. NI supports the BI's research activities in the field of Integrated Sensing and Communication (ISAC) as this is a major paradigm change in future cellular communication systems towards 6G. The unique expertise of the BI on the complete transceiver system from antenna to baseband is unique, and NI believes in the approaches taken. The BI leverages many different prototyping systems of NI, ranging from USRP Software Defined Radio to high performance prototyping systems with larger bandwidths up to 2 GHz, suitable for fine-granular ISAC research.

Silicon Saxony  
Silicon Saxony

Silicon Saxony ist mit fast 500 Mitgliedern das größte Hightechnetzwerk Sachsens und eines der größten IKT-Cluster Deutschlands sowie das größte Mikroelektronik-Cluster Europas. Der Verein verbindet Hersteller, Zulieferer, Dienstleister, Hochschulen/Universitäten, Forschungsinstitute, öffentliche Einrichtungen sowie branchenrelevante Startups am Wirtschaftsstandort Sachsen und darüber hinaus. Das BI ist Mitglied in diesem stetig wachsenden und lebendigen Hightechnetzwerk.

Silicon Saxony is the largest high-tech network in Saxony, one of the largest ICT clusters in Germany and the largest microelectronics cluster in Europe. It connects close to 500 manufacturers, suppliers, research institutes, universities, public institutions and industry-relevant start-ups in Saxony and beyond. The BI is a member of this continuously growing and vital high-tech network.

Smart Systems Hub  
Smart Systems Hub

Auf Initiative des Digitalverbands Bitkom hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 12 Exzellenzstandorte in ganz Deutschland zu Digital Innovation Hubs ernannt (de:hub). Als Teil dieser Initiative ist der Smart Systems Hub (SSH) Dresden seit 2017 direkt an der Digitalisierung „Made in Germany“ beteiligt. Mitten im Mikroelektronik-Herz Europas vereint der SSH in einem Netzwerk aus über 600 Partnern die umfassende sächsische Kompetenz in den Schlüsselbereichen Hardware, Software und Konnektivität. So werden die besten Voraussetzungen für anwendbare IoT-Systemlösungen aus einer Hand und für Unternehmen jeder Größe geschaffen.

On the initiative of the digital association Bitkom, the Federal Ministry of Economic Affairs and Climate Action (BMWK) has appointed 12 excellence locations throughout Germany as Digital Innovation Hubs (de:hub). As part of this initiative, the Smart Systems Hub (SSH) Dresden has been directly involved in digitization "Made in Germany" since 2017. Right in the microelectronics heart of Europe, the SSH unites the comprehensive Saxon expertise in the key areas of hardware, software and connectivity in a network of over 600 partners. This way, the best conditions for applicable IoT system solutions from one source and for companies of all sizes are created.

Technische Universität Dresden  
Dresden University of Technology

Die TUD ist eine der größten Technischen Universitäten in Deutschland und nimmt mit ihrem vielfältigen Fächerangebot eine herausragende Rolle in der deutschen Hochschullandschaft ein. Mit 17 Fakultäten in fünf Bereichen bietet sie ein breites Angebot aus 119 Studiengängen und betreibt Spitzenforschung entlang von fünf Forschungspillinien: (1) Gesundheitswissenschaften, Biomedizin und Bioengineering, (2) Informationstechnologie und Mikroelektronik, (3) Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, (4) Energie, Mobilität und Umwelt sowie (5) Kultur und gesellschaftlicher Wandel. Aufgrund der örtlichen Nähe betreibt das BI vielfältige Kooperationen mit der TUD wie beim Betrieb des COSMO Wissenschaftsforums oder in der Lehre.

TUD Dresden University of Technology is one of the largest technical universities in Germany and is among the leading and most dynamic universities in Germany. As a university with 17 faculties in five Schools, TUD offers a broad variety of 119 degree courses and covers a wide research spectrum in the Research Priority Areas (RPAs) Health Sciences, Biomedicine & Bioengineering, Information Technology & Microelectronics, Smart Materials & Structures, Energy, Mobility & Environment as well as Culture & Societal Change. Due to its local proximity, the BI cooperates with the TUD in a variety of ways, such as in the operation of the COSMO Science Forum or in teaching.

# Impressum

# Imprint

## HERAUSGEBER

Barkhausen Institut gGmbH  
Schweriner Str. 1  
01067 Dresden  
Deutschland

Tel.: +49 351 799916-00  
E-Mail: [info@barkhauseninstitut.org](mailto:info@barkhauseninstitut.org)  
Internet: [www.barkhauseninstitut.org](http://www.barkhauseninstitut.org)

Vertretungsberechtigter Geschäftsführer:  
Prof. Dr. Gerhard Fettweis

## REDAKTION

Tiphaine Cattiau, Sandra Erber, Gerhard Fettweis, Carolin Fischer,  
Judith Flurer, Patricia Grünberg, Tim Hentschel, Annika Höritz,  
Anne Sarah Kraus, Hannah Charlotte Krause, Malou Kunz, Rafael Vinz

## LEKTORAT UND KORREKTORAT

Patricia Grünberg, Tim Hentschel, Anne Sarah Kraus, Anne Losinski,  
Rafael Vinz, Johanna Wolter

## GRAFIKDESIGN

Hannah Charlotte Krause, Rafael Vinz

## DRUCK

Union Druckerei Dresden GmbH

Dresden, Februar 2024

## PUBLISHER

Barkhausen Institut gGmbH  
Schweriner Str. 1  
01067 Dresden  
Germany

Tel.: +49 351 799916-00  
E-Mail: [info@barkhauseninstitut.org](mailto:info@barkhauseninstitut.org)  
Internet: [www.barkhauseninstitut.org](http://www.barkhauseninstitut.org)

Chief Executive Officer:  
Prof. Dr. Gerhard Fettweis

## EDITING

Tiphaine Cattiau, Sandra Erber, Gerhard Fettweis, Carolin Fischer,  
Judith Flurer, Patricia Grünberg, Tim Hentschel, Annika Höritz,  
Anne Sarah Kraus, Hannah Charlotte Krause, Malou Kunz, Rafael Vinz

## COPYEDITING AND PROOFREADING

Patricia Grünberg, Tim Hentschel, Anne Sarah Kraus, Anne Losinski,  
Rafael Vinz, Johanna Wolter

## GRAPHIC DESIGN

Hannah Charlotte Krause, Rafael Vinz

## PRINT

Union Druckerei Dresden GmbH

Dresden, February 2024

## BILDQUELLEN

### IMAGE SOURCES

S. 4: Management Team Barkhausen Institut: © Andreas Scheunert / Lichtwerke Design Fotografie | S. 6: COREnext Kickoff: © COREnext | S. 7: Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften 2023: © Robert Lohse | S. 7: Ausstellung „Künstliche Intelligenz erklärt“: © Andreas Scheunert / Lichtwerke Design Fotografie | S. 8: Luftaufnahme Dresden: © [www.immo-foto.info](http://www.immo-foto.info) | S. 8: 6G Summit 2023: © Frank Grätz / 5G Lab | S. 9: Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften 2023: © Robert Lohse | S. 9: Fahrsimulator © Andreas Scheunert / Lichtwerke Design Fotografie | S. 24: Sensorsystem und drahtloses Kommunikationsnetz bei Fahrzeugen: Shutterstock © metamorworks | S. 28: Workshop Schlosspark Pillnitz: © Tobias Ritz | S. 28: Prototyp Bewässerungsroboter: © Robert Lohse | S. 29: Workshop Schlosspark Pillnitz: © Tobias Ritz | S. 31: Kickoff COST Action CA22168 (6G-PHYSEC): © COST SCC (Sevtap Duman) | S. 31: IEEE Globecom 2023: © Minh Thuy Pham | S. 34: Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften 2023: © Robert Lohse | S. 35: COSMO Wissenschaftsforum: © Andreas Scheunert / Lichtwerke Design Fotografie | S. 35: Ausstellungseröffnung „Künstliche Intelligenz erklärt“: © Toni Kretschmer / Newpic Photography | S. 36: Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften 2023: © Robert Lohse | S.36: Girls\*-Hackday 2023: © Jugend hackt

Alle sonstigen Fotos, Illustrationen und Infografiken: Barkhausen Institut gGmbH



Diese Maßnahme wird mitfinanziert mit  
Steuermitteln auf Grundlage des von den  
Abgeordneten des Sächsischen Landtags  
beschlossenen Haushaltes.

