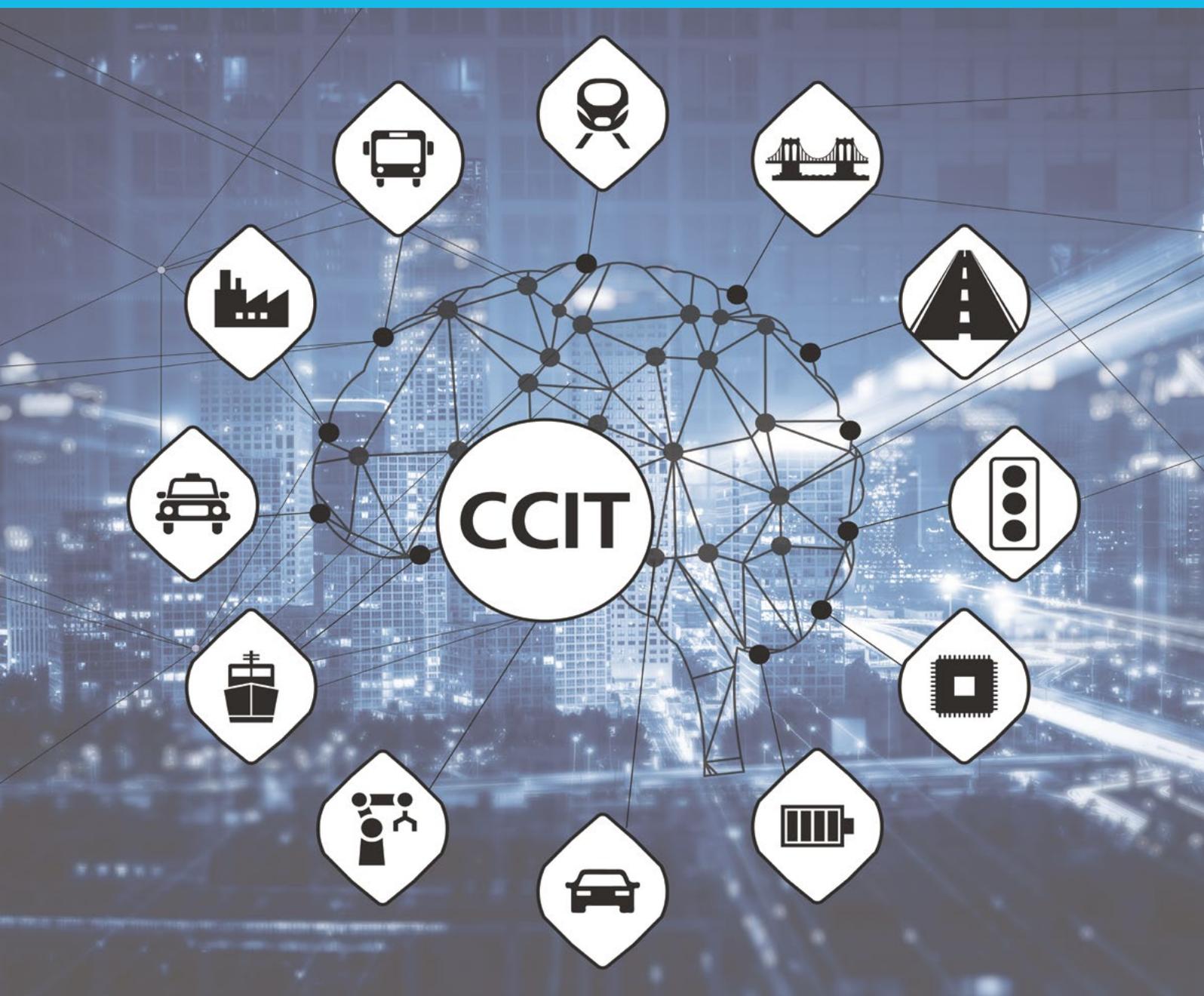


# TECHNOLOGIEN FÜR EIN KOGNITIVES INDUSTRIELLES INTERNET





# Technologien für ein Kognitives Industrielles Internet

## HERAUSGEBER

**Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer**  
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

**Prof. Dr. Claudia Eckert**  
Direktorin des Fraunhofer-Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies«

## AUTOREN

**Prof. Dr. Claudia Eckert**  
Direktorin des Fraunhofer-Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies« und Leiterin des Fraunhofer-Instituts für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC

**Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger**  
Leiter des Forschungszentrums IoT-Comms (Fraunhofer-Institute AISEC, HHI, IIS, IVI, IWU)  
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS

**Prof. Dr.-Ing. Boris Otto**  
Leiter des Forschungszentrums Data Spaces (Fraunhofer-Institute AISEC, FIT, IAIS, IESE, IML, IOSB, ISST)  
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Software- und Systemtechnik ISST

**Prof. Dr. Stefan Wrobel**  
Leiter des Forschungszentrums Maschinelles Lernen (Fraunhofer-Institute IAIS, IOSB, ITWM, SCAI)  
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationsdienste IAIS

**Dr. Uwe Wasmuth**  
Geschäftsstellenleiter Fraunhofer-Cluster of Excellence »Cognitive Internet Technologies«

## REDAKTION

**Viktor Deleski**  
Manager Digitale Kommunikation, Pressesprecher, Fraunhofer-Gesellschaft

**Dr. Barbara Eschlberger**  
Stabstelle Öffentlichkeitsarbeit und Marketing, Fraunhofer AISEC



# Inhalt

Vorwort .....	5
Digitalisierung – Verheißungen für die Wirtschaft und Hemmnisse für die Industrie ...	7
Die Arbeit des Fraunhofer-Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies« (CCIT).....	9
Forschungsziel: Ein kognitives Internet für industrielle Anwendungen.....	10
Anwendungsszenarien .....	12
Kooperationsmöglichkeiten mit dem CCIT zum Transfer der Forschungsergebnisse ...	15
Glossar .....	16
Impressum .....	20



## Vorwort

Die ganze Welt redet von Disruption und agilen Prozessen, Digitalisierung und neuen Geschäftsmodellen. Die Industrie möchte Digitalisierungsvorhaben umsetzen und prüft, ob die eigene IT-Infrastruktur und die Back-End-Systeme der Digitalisierung gewachsen sind. Dabei orientieren sich alle an den klassischen, webbasierten, digitalen Prozessen. Aber diese Orientierung greift entscheidend zu kurz. Wettbewerbsfähige Ansätze erfordern heute die vertrauenswürdige Nutzung der vielfältigen Sensordaten des Internet of Things, ihre unternehmensübergreifende semantische Integration und die Erbringung hochintelligenter, lernender Dienstleistungen, um so aus Anwendersicht ein »kognitives Internet« zu schaffen.

Mit dem Fraunhofer-Cluster of Excellence »**Cognitive Internet Technologies**« (CCIT) arbeitet die Fraunhofer-Gesellschaft massiv an zentralen Schlüsseltechnologien für das kognitive industrielle Internet mit dem Ziel, eine Infrastruktur für eine agile, flexible und wettbewerbsfähige Industrie zu errichten. Dazu bündelt der Forschungs-Cluster CCIT die Kompetenzen von **dreizehn Fraunhofer-Instituten** aus der Mikroelektronik, der Informations- und Kommunikationstechnik und der Produktion. Die erstklassigen Forschungs- und Entwicklungskompetenzen aus den einzelnen Instituten werden im CCIT zusammengeführt und in gemeinsamer Arbeit auf das Ziel ausgerichtet, digitale Souveränität für Unternehmen zu unterstützen und vertrauenswürdige Technologien für innovative Formen der industriellen Datenökonomie bereitzustellen. Die gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konzentrieren sich auf die Technologiefelder **IoT-Kommunikation**, vertrauenswürdige **Datenräume** und **Maschinelles Lernen**. Um den Transfer aus der Forschung zu gewährleisten, stehen Unternehmen zahlreiche Anwendungszentren wie eine Erprobungsumgebung für das Autonome Fahren, eine smarte, digitale Fabrik, eine selbstlernende Produktionsumgebung sowie 5G-Testumgebungen zur Verfügung. Kognitive Internet-Technologien sind der Schlüssel für die digitale Souveränität und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Der CCIT zielt so darauf ab, einen Brückenschlag zwischen physischer Welt und digitaler Welt zu ermöglichen, der auch einen Mehrwert für die Gesellschaft bietet.

Dieses Papier des Fraunhofer-Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies« gibt einen Überblick über seine Ansätze, den Herausforderungen der Digitalisierung in der Industrie zu begegnen, skizziert erste Meilensteine und eröffnet Wege, gemeinsam mit Partnern aus der Industrie den digitalen Strukturwandel umzusetzen.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre.

Ihre Claudia Eckert  
Direktorin des Fraunhofer-Clusters of Excellence  
»Cognitive Internet Technologies« (CCIT)



## Digitalisierung – Verheißungen für die Wirtschaft und Hemmnisse für die Industrie

Die sogenannte vierte industrielle Revolution (Industrie 4.0) ist im Wesentlichen gekennzeichnet durch die Vernetzung von vormals getrennten IKT-Bereichen auf Produzentenseite, aber auch zwischen allen anderen Gliedern der Wertschöpfungskette: Produzenten, Zulieferern, Nutzern, Vertrieb und Dienstleistern. Vernetzung schließt dabei zunehmend die Kommunikation des Internet of Things (IoT) mit ein, in dem neben dem Menschen auch Maschinen, Geräte, Sensoren und Produkte miteinander kommunizieren. Eingebettete Systeme sowie (teil-)autonome Maschinen, die sich ohne menschliche Steuerung in und durch Umgebungen bewegen, lernen und selbstständig Entscheidungen treffen, sind ein wesentlicher Bestandteil solcherart vernetzter Systeme.

Es herrscht große Übereinstimmung darüber, dass die Industrie 4.0 ein immenses wirtschaftliches Skalierungspotenzial birgt: Prozesse, Methoden und Abläufe in Produktion und Logistik können nicht nur auf höchst individuelle Anforderungen rentabel zugeschnitten werden. Ganz neue Geschäftsmodelle, Dienstleistungen und Produkte entstehen, für die es kein analoges Äquivalent gibt.

Technologische Entwicklungen, wie schnellere Netzwerk-Kommunikation, höhere Rechenleistungen, Sensortechnik und Miniaturisierung von Hardware, bieten die Möglichkeit, Szenarien umzusetzen, die vor Kurzem noch undenkbar waren. Politik und Verbände mühen sich, entsprechend Förderstrukturen und Expertise bereitzustellen, um die inhärenten Wettbewerbsvorteile zu sichern. »Digitalisierung« ist ganz oben auf den Agenden der deutschen Politik und der Industrie, wie beispielsweise die Plattform Industrie 4.0 zeigt. Um die gute Position im internationalen Wettbewerb zu sichern, muss jedoch auch der nächste Schritt gegangen werden: Aus Daten muss Wissen generiert werden.

Hier gibt es jedoch einige Hemmnisse. Der hohe Komplexitätsgrad der multivernetzten cyber-physischen Systeme ist nur eines davon. Noch entscheidender ist die Bedeutung, die der »neue Rohstoff« der Daten in der vernetzten Produktion erhält. Die Themen Sicherheit und Eigentum von Daten erhalten äußerste Priorität. Genau bei dieser Frage herrscht in Deutschland und Europa jedoch eine andere Industrie 4.0-Kultur als im globalen Wettbewerb. Die Sorge um die eigenen Daten wird zum großen Bremsen, denn die Authentizität und Vertrauenswürdigkeit, die so wichtig für strategische Entscheidungen sind, können oft nicht garantiert werden. Zudem können Unternehmen die große Menge an sensiblen Daten, die sie aus ihren Geschäfts- und Produktionsprozessen generieren, nicht für neue Geschäftsmodelle nutzen, weil sie die Souveränität der Daten gefährdet, d.h. die Kontrolle über ihre eigenen Daten beim Teilen mit Dritten nicht gewährleistet sehen. Auch der Einsatz von maschinellen Lernverfahren und künstlicher Intelligenz scheint an den realen Anforderungen der Unternehmen zu scheitern. So benötigen existierende Lernverfahren mehr Daten, als in industriellen Anwendungsumgebungen gewöhnlich vorhanden sind. Dies wiederum führt dazu, dass einer vernetzten Industrie in Deutschland eine vergleichsweise niedrige Datenbasis für maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz zur Verfügung steht. Gerade in Bereichen mit sicherheitskritischen Abläufen wie Produktion oder autonomes Fahren können maschinelle Lernverfahren nicht ohne Weiteres eingesetzt werden: Sie sind zu wenig resilient gegen Angriffe, nicht transparent und nicht nachvollziehbar. Es gibt keine Zertifizierungsschemata und die Frage, wie Compliance-Vorgaben in diesen Technologien abgebildet werden sollen, ist offen. Will man maschinelles Lernen für industrielle Anwendungen nutzbar machen, müssen diese Fragestellungen gelöst werden.

So beschränken sich aktuelle Digitalisierungsvorhaben, gerade wo es um die Einbeziehung künstlicher Intelligenz geht, auf den Einsatz unterschiedlicher Einzeltechnologien. Sie bedeuten einen vermeintlichen Fortschritt auf der Technikebene, ihre Zusammensetzung und Interaktion führen jedoch oft zu kaum beherrschbaren Systemen von immenser Komplexität, die wiederum sowohl Steuerung, Wartung und Anpassung als auch die Einhaltung der Schutzziele wie Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität erschweren. So werden aufgesetzte Lösungen zur IT-Sicherheit ungewollt zum Hemmnis für die Nutzbarkeit und führen zu gegenteiligen Effekten, statt zu höherer Effizienz durch Automatisierung.

Möchte Deutschland seine Wirtschaftsmacht in der Welt behaupten, müssen die Fragen nach Datenverfügbarkeit, Datengenerierung, durchgängiger Datennutzbarkeit und nach Datensouveränität, die Frage nach der Datenbasis des maschinellen Lernens sowie der Sicherheit in den bestehenden Vernetzungsinfrastrukturen grundsätzlich neu gestellt werden. Ein neues kognitives Internet muss entstehen, das an die Belange der Industrie angepasst ist.

## Die Arbeit des Fraunhofer-Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies« (CCIT)

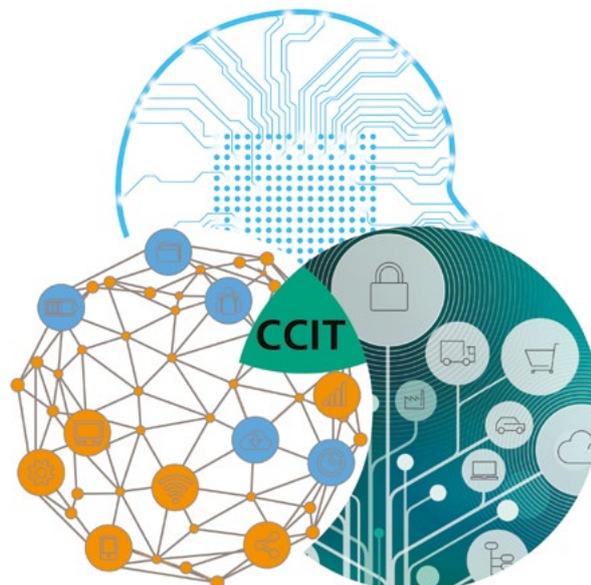
Die Fraunhofer-Gesellschaft hat mit der Neugründung des Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies« (CCIT) frühzeitig auf den Bedarf aus der Industrie reagiert. Drei Forschungszentren (siehe Abbildung 1) entwickeln unter unterschiedlicher Schwerpunktsetzung die für ein kognitives industrielles Internet notwendigen Schlüsseltechnologien. Die im CCIT vereinten Kompetenzen führen zu einer strategischen Gesamtvision, die es Unternehmen ermöglichen soll, ihre digitale Souveränität zu bewahren und gleichzeitig ihre Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

Das Forschungszentrum IoT-COMMs will die Forschung in den Basistechnologien Vernetzung, Lokalisierung und Informationssicherheit vorantreiben und kombinieren, um die Entwicklung auf Schlüsselbranchen für das Internet of Things (IoT) zu fokussieren, z. B. agile und mobile Produktionssysteme im Umfeld der Industrie 4.0 sowie Mobilitätsanwendungen und autonomes Fahren. Im Fokus stehen insbesondere Robustheit, Störsicherheit und kurze Verzögerungszeiten sowie Informationssicherheit und zweifelsfreie Ortsangaben, wie sie für viele Anwendungsszenarien benötigt werden.

Das Forschungszentrum Data Spaces (FDS) fokussiert sich auf die Dateninfrastrukturebene und stellt so das Bindeglied zwischen der physischen Kommunikation (Zentrum IoT-COMMs) und der Anwendungsebene (Zentrum FML) dar. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf Datensouveränität und Datenökonomie als Grundlage für die datengetriebene Wertschöpfungskette, die der CCIT ermöglichen will. Durch die »International Data Spaces«-Initiative existiert bereits ein Referenzarchitekturmodell, das derzeit als Blaupause in anderen Initiativen, wie dem Medical und dem Mobility Data Space, aufgegriffen wird.

Das Ziel im Forschungszentrum Machine Learning (FML) ist die Etablierung des sogenannten »Informed Machine Learning« auf breiter Fläche. Darunter versteht man Lösungen, die nicht nur aus Daten lernen, sondern auch vorhandenes Expertenwissen und Modelle, wie sie in der Wirtschaft oft vorhanden sind, zur Leistungsverbesserung nutzen können – für flexible und sich selbst verbessernde intelligente Systeme, die auch mit kleinen Datensätzen präzise Prognosen, Handlungsempfehlungen und Aktionen ableiten. Gleichzeitig wird die Nachvollziehbarkeit und Verlässlichkeit der Ergebnisse gesichert und so die Voraussetzung für vertrauenswürdige kognitive Internet-Technologien geschaffen.

Die synergetisch genutzten Kompetenzen der insgesamt dreizehn Fraunhofer-Institute bilden eine Alternative zu firmeneigenen oder externen Innovation Hubs, die an Insellösungen für beschränkte Einsatzszenarien arbeiten. Ein herstellerunabhängiges Forschungsprogramm nah an den Bedürfnissen der Wirtschaft unter Wahrung der Interessen der Bevölkerung ist wesentliche Voraussetzung, den Wirtschaftsstandort zu erhalten und zukunftsfähig zu machen.



**Abb. 1:**  
Bündelung von Kompetenzen  
und exzellenter Forschung im  
CCIT

## **Forschungsziel: Ein kognitives Internet für industrielle Anwendungen**

Der globale Wettbewerb stellt hohe Anforderungen an zuverlässige, flexible, industriell gefertigte Produkte, Dienstleistungen und Anlagen. Heutige internetbasierte Anwendungen, die geprägt sind durch die Paradigmen des Kommunizierens sowie des Erfassens von Daten und deren Verarbeitung, greifen zu kurz, um diese Anforderungen zu erfüllen. Um den Weg der Digitalisierung weiter zu beschreiten, benötigt die Industrie ein neues Internet mit intelligenten und sicheren vernetzten Datenräumen, um neue digitale Geschäftsmodelle entwickeln und damit im globalen Wettbewerb bestehen zu können.

Mit der Initiative »International Data Spaces« hat die Fraunhofer-Gesellschaft bereits eine Basisinfrastruktur für ein vertrauenswürdiges Netzwerk zum unternehmensübergreifenden Datenaustausch geschaffen. Eine besondere Rolle kommt in der Strategie des CCIT der intelligenten sensorbasierten Datenerhebung zu. Unter Wahrung rechtlicher Vorgaben (z. B. anonymisierte Metadaten bei der Bilderkennung) sind sie der Grundpfeiler eines datenschutzkonformen maschinellen Lernens. Die Datenbasis, die die Sensoren in verteilten Systemen erheben und so weit möglich lokal oder »at the edge« vorverarbeiten (Distributed Machine Learning), wird gezielt ergänzt durch Expertenwissen und Simulationsergebnisse (Informed Machine Learning). Damit kann zum einen die Datensouveränität unterstützt werden, indem möglichst wenige, sensitive Rohdaten die lokalen Datenräume der Unternehmen verlassen müssen. Zum anderen kann durch verteiltes maschinelles Lernen direkt auf den Maschinen, auf dem Sensor oder auf den Edge-Komponenten aus den Rohdaten Wissen generiert werden, das für kognitive Aktionen wie das Treffen von Entscheidungen unmittelbar in Echtzeit genutzt wird. Das Wissen selbst wird zum Wirtschaftsgut und eröffnet neue Geschäftsmöglichkeiten. KI-Ansätze zur Prozessoptimierung für neue Wertangebote und Geschäftsmodelle werden so auch in Umgebungen möglich, die eine relativ schmale Datengrundlage bieten.

Kognitive Fähigkeiten des Verstehens, Lernens und Planens müssen in das gesamte vernetzte System integriert werden, also in die Sensorik ebenso wie in Steuerungsrechner, Verbindungsknoten (Gateways, Router) oder auch in (Edge-)Cloud-Plattformen. Das kognitive, industrielle Internet stellt so die nächste Entwicklungsstufe der Internet-Technologien dar, da es die physische Welt (IoT) mit der digitalen Welt der Daten und lernenden Algorithmen so verknüpft, dass aus Sicht von Anwendern und Unternehmen hochintelligente Leistungen erbracht werden.

Die Industrie braucht ein solches operatives Umfeld eigener Prägung. Höchste Transparenz, Vernetzung und Integration von Daten über alle in einer Anlage eingesetzten Produkte, IT-Ebenen (Software Stack), Prozesse und Stakeholder ist entscheidend. Eine echte semantische Verknüpfung zwischen Sensorik, Steuerungsrechnern, Verbindungsknoten und (Cloud-)Plattformen muss ein föderales, kommunikatives, resilientes Netzwerk bilden. Ein solches Internet ermöglicht es, in Echtzeit verlässlichere Prognosen und präzisere Handlungsempfehlungen zu erstellen und angemessene Aktionen einzuleiten.

Deutsche Technologieführerschaft ist in der Strategie des CCIT mit deutscher Datenschutzkultur vereinbar. Die Basistechnologie des Industrial Data Space ermöglicht Datensouveränität, das heißt Transparenz und Kontrolle über die erhobenen, verarbeiteten und verwerteten Daten. Möglichkeiten der Anonymisierung von Daten, der Integrationsdienste und der Einstellung von »Verfallsdaten« für die Datennutzung garantieren Compliance selbst in Geschäftsfeldern, die im internationalen Vergleich so stark reguliert sind, dass Wettbewerbsnachteile entstehen.

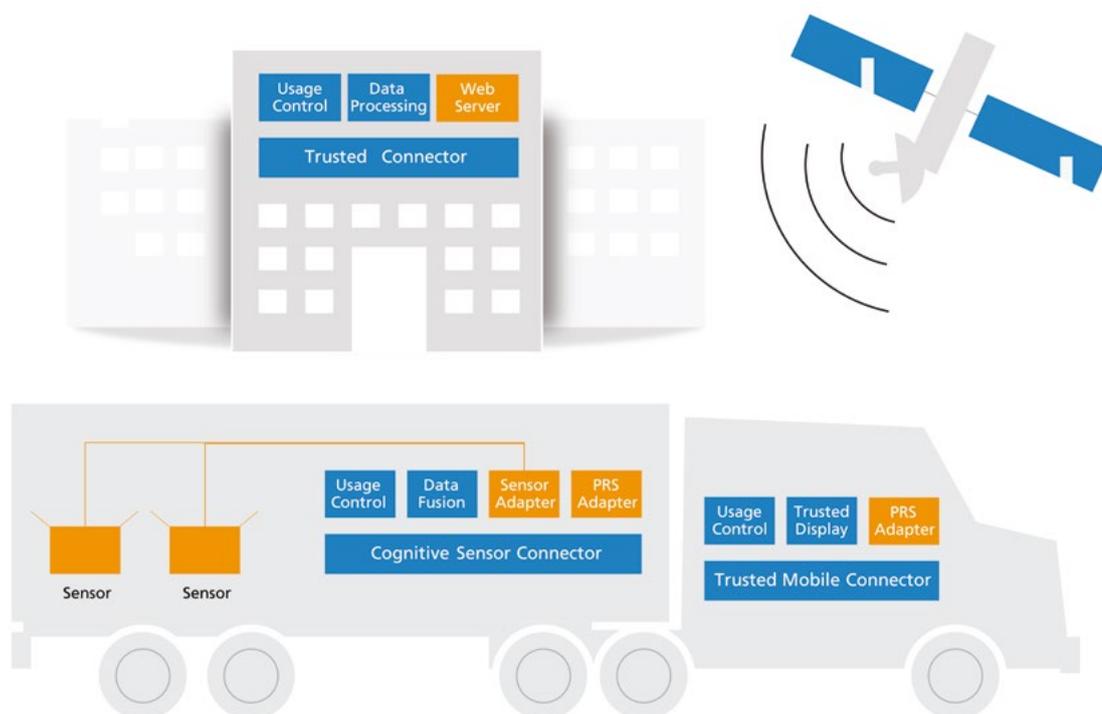
Die Kontrolle über die eigenen Daten zu behalten, Daten in einem vertrauenswürdigen Netzwerk wirtschaftlich und kooperativ zu nutzen und damit neue Wertschöpfungsketten zu schaffen: das sind die Mehrwerte des kognitiven Internets für industrielle Anwendungen. Wenn dieses neue Internet zum Standard wird, ebnet dies nicht nur den Weg für Sprunginnovationen in der deutschen Industrie und einen eigenen Weg auf dem umstrittenen Feld der künstlichen Intelligenz. Absatzmärkte werden gleichzeitig durch eine neue Vertrauensbasis auf Konsumentenebene gesichert.

## Anwendungsszenarien

Zwei exemplarische Szenarien sollen veranschaulichen, wie die Schlüsseltechnologien des kognitiven Internets das Zusammenspiel in komplex vernetzten Situationen verändern.

Anhand des Beispiels der **Warenverfolgung mit kognitiven Sensoren in der Logistikbranche** (siehe Abbildung 2) wird deutlich, wie effizient maschinelles Lernen wird, wenn es in Sensoren eingebettet wird, die in sicheren Datenräumen intelligent ineinandergreifen. Konkrete Lösungen liegen bereits vor, deren Übertragbarkeit auf neue Anwendungsbereiche im Rahmen von Proofs-of-Concepts nachvollzogen werden kann.

Gefahrguttransporte erfordern eine besondere Behandlung nicht nur beim Verpacken und Verladen, sondern auch bei der Planung und Durchführung des gesamten Logistikprozesses. Zahlreiche Faktoren die Ladung betreffend sowie äußere Einflüsse müssen berücksichtigt werden. Besondere Vorschriften für die Beförderung erhöhen die Brisanz in der Distributionslogistik. Der Cognitive Sensor Connector des CCIT reduziert diese Brisanz und hilft, die Komplexität zu beherrschen. Er fungiert als Edge Device während des Transports und verarbeitet, analysiert und aggregiert die Sensordaten aus der Ladung in Echtzeit, wie beispielsweise Temperatur, Lage und Position oder Daten zum Zustand der Verpackung. Die Verarbeitung geschieht in speziellen isolierten Applikationen auf dem Connector, die unterschiedliche Funktionen ausführen. Alle Sensoren kommunizieren über verschlüsselte, authentifizierte und integritätsgeschützte Funkverbindungen mit dem Connector. Die Daten werden lokal erhoben und vorgehalten, so dass die Verarbeitung direkt im Connector erfolgt. Verlassene Daten den Connector, um Informationen über den Zustand der Ladung an die beteiligten Akteure zu übermitteln, so unterliegen sie einer strengen Datenfluss- und Datennutzungskontrolle, die eindeutig regelt, wer, was, wie lange, wo und zu welchem Zweck nutzen darf.



**Abb. 2:**  
Warenverfolgung mit gesicherter Ortsinformation und Datennutzungskontrolle

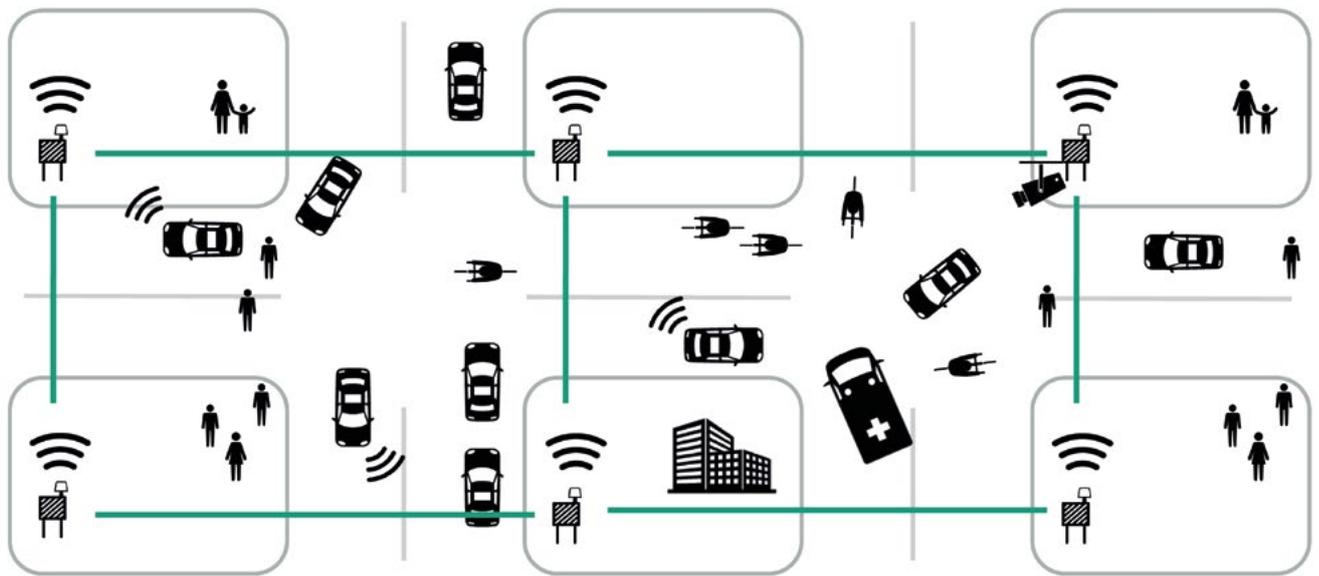
Auf der Basis der Blockchain-Technologie wurde eine Lösung konzipiert, die in Form einer Track-Chain relevante Informationen in einer nicht abstreitbaren und damit nachvollziehbaren (Compliance-)Historie festhält. Das können beispielsweise Informationen über den Zustand der Waren sein, die sowohl für den Logistiker, den Hersteller der Waren und den Empfänger als auch für Personal vor Ort, etwa den Fahrer eines LKW interessant sind. Dabei bekommt jeder Akteur nur Zugriff auf die für ihn notwendigen Informationen in einer für ihn notwendigen Granularität. Der LKW-Fahrer kann somit beispielsweise Warnungen bei zu hohen Temperaturen der Ware oder Gasentwicklung erhalten und entsprechend reagieren. Die Vertrauenswürdigkeit der Sensordaten kann dabei stets überprüft werden.

Über Galileo PRS kann der Standort der Ladung präzise ermittelt werden. Methoden und Verfahren des maschinellen Lernens werden bei der Verarbeitung und Auswertung von Massendaten wie Video- und Audiodaten verwendet, um beispielsweise Rückschlüsse auf den äußeren Zustand der Ladung zu ziehen. Schäden an der Verpackung oder austretende Flüssigkeiten können so erkannt und gesichert nachgewiesen werden. Durch die Fusion von Sensordaten mit Hilfe maschineller Lernverfahren können zudem Anomalien erkannt werden, etwa wenn die Beschleunigungswerte des Sensors eines Paketes von denjenigen Sensorwerten aller anderen Pakete im selben Container abweichen oder die Ortsinformation nicht mit den charakteristischen Beschleunigungswerten aufgrund der örtlichen Fahrbahnbeschaffenheit korrespondiert.

Unmittelbar übertragbar ist diese Art der Anwendung kognitiver Internettechnologien auf verschiedenste Anwendungsszenarien beispielsweise auf die Lebensmittelbranche mit ihren hohen Anforderungen an Herstellungsverfahren, Transport und Lagerung.

Die hohen Anforderungen an **Verkehrssicherheit beim autonomen Fahren** stellen eine noch größere Herausforderung im Bereich kognitiver Internettechnologien dar. Um sie umzusetzen, müssen unterschiedliche Akteure im Straßenverkehr wie Autos, Fußgänger, Fahrradfahrer und öffentliche Verkehrsmittel in die Lage versetzt werden, Verkehrssituationen sehr schnell zu erfassen und korrekt zu beurteilen. Die erforderlichen Handlungen und Aktionen müssen unter den Verkehrsteilnehmern autonom abgestimmt und in Echtzeit durchgeführt werden. Dazu ist es erforderlich, dass die Verkehrsteilnehmer präzise, aber auch die Privatsphäre während geortet (Ortsbestimmung) werden können, dass nicht nur einfache Daten, sondern komplexe Verkehrssituationen schnell und mit sehr geringer Verzögerung (geringe Latenz) drahtlos (5G) ausgetauscht werden und Situationsbewertung und Reaktionsplanung dezentral (z. B. im Sensor und »at the edge«) durch die Teilnehmer, aber koordiniert und abgestimmt (globales Lagebild) erfolgen.

Sowohl die zugrundeliegenden Daten und Situationsbeschreibungen als auch die Komponenten wie die Sensorik im Fahrzeug, die auf dieser Basis lernen, verstehen und planen, müssen vertrauenswürdig und sicher gegen Cyberangriffe sein. Vor allem auf der Ebene des Trackings liegen im CCIT bereits viele Forschungsergebnisse vor.



**Abb. 3:**  
**»Smart Intersection« – Vernetzung von Kameras und Sensoren benachbarter Kreuzungen**

Durch den Einsatz von Technologien wie sicherer Vernetzung und Sensorik, Lokalisierung, maschinelles Lernen und vertrauenswürdige Datenverarbeitung bietet das Forschungscluster CCIT nicht nur der Logistik und dem Automotive-Bereich, sondern allen Branchen, die Möglichkeit, durch neue Technologien die Prozesse zu optimieren, Kosten zu senken und neue Geschäftsfelder zu entwickeln.

## Kooperationsmöglichkeiten mit dem CCIT zum Transfer der Forschungsergebnisse

Die Forschungsergebnisse des Fraunhofer-Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies« sollen Unternehmen befähigen, ihre Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zu verbessern und auf dieser Grundlage neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Hierfür bietet der CCIT breit gefächerte Kooperationsmöglichkeiten (siehe Abbildung 4), die individuell auf die jeweiligen Anforderungen von Unternehmen zugeschnitten werden können.

Das Spektrum erstreckt sich dabei von der Analyse von bereits umgesetzten Teilansätzen und Prozessen bis hin zur Planung einer zukunftsfähigen Unternehmensstrategie und der agilen kooperativen Technologieentwicklung nach aktuellem Stand der Forschung. Dabei bietet der CCIT erfolgreich implementierte, nachhaltige Kooperationsformate wie den »Enterprise Innovation Campus« an. Im Rahmen dieses Formates arbeiten Fraunhofer-Experten beispielsweise in gemeinsamen Teams mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus Unternehmen für bis zu zwölf Monate an spezifischen Lösungen für den Kunden. Die Forschung der Fraunhofer-Institute und der jeweilige Industriebedarf werden auf diese Weise verzahnt, Kolleginnen und Kollegen aus der Industrie können sich zu neuesten Technologien und Werkzeugen weiterbilden.

Bedarfsgerecht entwickelte Technologien können unter Nutzung modernster Labore und Testumgebungen in Innovations- und Anwendungszentren des CCIT wie der »E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion« am Fraunhofer IWU oder auf dem Automotive-Testgelände des Fraunhofer IVI erprobt werden. »Proofs-of-Concept« und Technologiedemonstratoren machen Fortschritte anschaulich und vermarktbar.

Auch bei der Technologievermarktung bietet der Fraunhofer CCIT Unterstützung oder Partnerschaften an, in deren Rahmen es Zugang zu modernem Methodenwissen und Branchenkenntnis bietet.

Im Sinne einer zukunftsfähigen und konsequenten Digitalstrategie steht der CCIT für langjährige strategische Partnerschaften zur Verfügung. Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer CCIT bedeutet Wissensvorsprung durch den Transfer von neuesten Forschungsergebnissen. Der CCIT bietet unseren Kunden eine einfache Schnittstelle als Zugang zur gebündelten Technologiekompetenz von insgesamt dreizehn Fraunhofer-Instituten. Die Komplexität, die durch Digitalisierung und Vernetzung von Unternehmen deutlich zunimmt, wird beherrschbarer, und der digitale Strukturwandel in Unternehmen kann nachhaltig, sicher und effizient gestaltet werden.



**Abb. 4:**  
Kooperationsmöglichkeiten  
mit dem CCIT

## Glossar

### **5G-Positionierung**

Die 5G-Positionierungsarchitektur integriert eine Vielzahl von Sensoren, welche sowohl auf Mobilfunkstandards als auch auf anderen Funktechnologien basieren, um ein hybrides Positionierungsschema zu ermöglichen. Durch Latenzzeiten von weniger als einer Sekunde, extrem hoher Zuverlässigkeit und Datenraten von bis zu zehn Gigabit pro Sekunde lässt sich eine hohe Positionierungsgenauigkeit erreichen.

### **Cognitive Sensor Connector**

Der Cognitive Sensor Connector fungiert als Edge Device innerhalb eines Netzwerks. Er verarbeitet, analysiert und aggregiert Sensordaten in Echtzeit. Die Verarbeitung geschieht in speziellen isolierten Applikation auf dem Connector, die unterschiedliche Funktionen ausführen. Alle Sensoren kommunizieren über verschlüsselte, authentifizierte und integritätsgeschützte Funkverbindungen mit dem Connector. Die Daten werden lokal erhoben und vorgehalten, so dass die Verarbeitung direkt im Connector erfolgt.

### **Datendurchgängigkeit**

Die Datendurchgängigkeit ist ein entscheidender Faktor in der Automatisierung und bezeichnet die durchgehende Verwendbarkeit von relevanten Informationen entlang aller Hard- und Softwareebenen und über alle Prozesse hinweg. Bei kognitiven Technologien werden diese Informationen zentral und dezentral durch Verfahren des maschinellen Lernens angereichert und erzeugen so an allen Knoten zwischen Sensor und Cloud (datensouverän) Mehrwerte und Synergien.

### **Datenräume (virtuell)**

Virtuelle Datenräume unterstützen den sicheren Austausch von Daten und bieten eine einfache Verknüpfung von Daten in Geschäftsökosystemen auf Basis von Standards und mit Hilfe gemeinschaftlicher Governance-Modelle. Ziel ist es, die digitale Souveränität der Eigentümer der Daten zu wahren und zugleich Möglichkeiten für Smart Services, neue Geschäftsmodelle und innovative Geschäftsprozesse zu eröffnen.

### **Datensouveränität**

Unter Datensouveränität (nicht digitale Souveränität) soll die Hoheit des Datenerzeugers und -inhabers – somit die Kontrolle – über die eigenen Daten verstanden werden. Sie ist eine systemrelevante Schlüsselfähigkeit für die deutsche Wirtschaft und ein Standortvorteil für Europa. Daten sind ein Wirtschaftsgut, sie sind eine strategische Ressource für innovative Geschäftsmodelle und Leistungsangebote sowie für flexible und effiziente Leistungserstellungsprozesse. Datensouveränität ist die Voraussetzung für den Erfolg der »Smart Service World« und von Industrie 4.0. Die Eigentümer der Daten sollen selbst bestimmen, mit wem sie Daten austauschen und wie vertrauenswürdige Geschäftspartner diese Daten zu welchen Zwecken und unter welchen Bedingungen nutzen dürfen – kurz: Sie üben Datensouveränität aus.

### **Edge Computing**

Edge Computing bezeichnet die Datenverarbeitung (zum Beispiel von Sensordaten) an Ort und Stelle. Dies ist bei vielen Anwendungen hilfreich, wie beispielsweise beim autonomen Fahren oder in der selbstlernenden Produktion. Die Daten werden direkt in den Geräten wie Autos oder Maschinen – also am Rande des Netzwerks – verarbeitet und müssen nicht komplett in Rechenzentren oder in die Cloud übermittelt werden. Zum Einsatz kommen Technologien wie Peer-to-Peer oder Ad-hoc-Vernetzung. Das spart Ressourcen und lässt eine deutlich schnellere Datenverarbeitung zu, die in einem kognitiven Internet eine wichtige Voraussetzung ist.

**Industrial Data Space**

Der Industrial Data Space ist eine fachliche Ausprägung der International Data Spaces und war das Initialprojekt, um die ersten Ergebnisse zur IDS-Architektur zu liefern. Um den nunmehr internationalen Charakter der Initiative und um die fachliche Vielschichtigkeit des IDS zu zeigen, wurden die Ergebnisse und der Verein des Industrial Data Spaces in International Data Spaces umbenannt. Der Industrial Data Space mit seiner Industriefokussierung lebt in der gleichnamigen Community IDSA weiter.

**Informed Machine Learning**

Mit Informed Machine Learning werden Ansätze des maschinellen Lernens bezeichnet, die nicht nur aus Daten lernen, sondern auch vorhandenes »a-priori« Wissen von Experten und aus naturwissenschaftlichen Modellen integrieren, um die Nachvollziehbarkeit und Verlässlichkeit der Ergebnisse zu verbessern und ML mit weniger Daten zu ermöglichen.

**International Data Spaces (IDS)**

Datenräume (virtuell) werden durch ihre Anwendungen fachlich ausgeprägt. Die Ausprägung findet beispielweise durch den Industrial Data Space, den Medical Data Space und den Materials Data Space statt. Die Ausprägungen definieren zusätzliche fachspezifische Anforderungen an die IDS-Referenzarchitektur.

**International Data Spaces Association (IDSA)**

Die IDS Association ist ein gemeinnütziger Verein. Im Verein arbeiten weltweit Organisationen und Unternehmen gemeinschaftlich an der IDS-Referenzarchitektur, an Anwendungsfällen, der Zertifizierung und der Softwareimplementierung des IDS.

**Kognitive Sensorik**

Kognitive Sensoren sind Sensoren der nächsten Generation, die nicht nur Messwerte erfassen und mit Methoden der klassischen Signalverarbeitung vorverarbeiten, sondern auch in der Lage sind, aus diesen Werten Schlussfolgerungen abzuleiten. Diese Fähigkeiten basieren auf Maschinenlernverfahren, damit die Sensoren, angereichert durch Erfahrungswissen aus der Umwelt, bestimmte Muster und Trends aus den Signalen ableiten können.

**Kognitive Systeme (technisch)**

Kognitive Systeme sind technische Systeme, die digitale Information aus Sensordaten und Netzen aufnehmen und daraus auf Basis von lernenden Algorithmen Schlussfolgerungen, Entscheidungen und Handlungen ableiten und mit ihrer Umgebung im Dialog verifizieren und optimieren.

**Kognitives Internet**

Heutige internetbasierte Anwendungen, die geprägt sind durch die Paradigmen des Kommunizierens sowie des Erfassens von Daten und deren Verarbeitung, greifen zu kurz, um Anforderungen der Industrie zu erfüllen. Das kognitive Internet bietet erweiterte Funktionen zur Wissensgenerierung aus heterogenen Datenquellen und zur dynamischen Verhaltensanpassung durch maschinelles Lernen, das gezielt die Expertise von menschlichen Experten einbezieht.

### **Künstliche Intelligenz**

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik, das sich damit beschäftigt, Maschinen mit Fähigkeiten auszustatten, die intelligentem (menschlichem) Verhalten ähneln. Dies kann mit vorprogrammierten Regeln oder durch maschinelles Lernen erreicht werden.

### **Lokalisierung**

Die zeitlich und örtlich präzise Lokalisierung bzw. Identifikation von Komponenten und Prozessen innerhalb eines Produktionsverbundes ist eine wichtige Voraussetzung für agile und mobile Produktionssysteme. Sie ist ebenso für eine flexible funkbasierte Vernetzung innerhalb und zwischen einzelnen Produktionssystemen notwendig. Mit Hilfe von Lokalisierung lässt sich eine temporäre Anlagenumgestaltung sowie eine agile Prozessregelung basierend auf sensorbasierten Zustandsdaten von Anlage und Prozess realisieren.

### **Machine Learning / maschinelles Lernen**

Das maschinelle Lernen ist eine Disziplin der Informatik, dessen Ziel Maschinen sind, die ohne explizite Programmierung eines konkreten Lösungswegs automatisiert sinnvolle Ergebnisse liefern. Spezielle Algorithmen lernen aus den vorliegenden Beispieldaten Modelle, die dann auch auf neue, zuvor noch nicht gesehene Daten angewendet werden können.



# Impressum

## HERAUSGEBER

**Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer**  
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

**Prof. Dr. Claudia Eckert**  
Direktorin des Fraunhofer-Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies«

## ANSCHRIFT DER REDAKTION

**Fraunhofer-Cluster of Excellence »Cognitive Internet Technologies«**  
Parkring 4  
85748 Garching bei München

Internet: [www.cit.fraunhofer.de](http://www.cit.fraunhofer.de)  
E-Mail: [info@cit.fraunhofer.de](mailto:info@cit.fraunhofer.de)

## GESTALTUNG

Daniel Greiner, Fraunhofer AISEC  
Susanne Starzer, Fraunhofer AISEC

## DRUCK

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

## STOCKFOTOS

Seite 15: [www.iStock.com](http://www.iStock.com)

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

Die Originalfassung der Publikation ist verfügbar unter [www.cit.fraunhofer.de](http://www.cit.fraunhofer.de).

© Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München November 2018



