

TRENDS FÜR DIE VERNETZTE ZUKUNFT



INHALT

| | |
|---|---------|
| »Die Stärken Deutschlands liegen da, wo wenig Glamour, aber viel Qualität gefragt ist« – Interview mit Prof. Dr. Reimund Neugebauer | 4 |
| Neue IT-Sicherheitsverfahren für Industrie 4.0 | 8 |
| Sichere Daten-Drehscheibe | 10 |
| Industrie 4.0: Virtueller Zwilling steuert die Produktion | 12 |
| Bauteil mit Verantwortung | 14 |
| Kognitive Maschinen – ein Zukunftsmarkt | 16 |
| Prozessindustrie 4.0 realisieren mit vernetzter Verfahrenstechnik | 20 |
| Leitprojekt »Go Beyond 4.0« gestartet | 21 |
| 5G: Das ultraschnelle Internet | 22 |
| Komplexe 3D-Daten auf allen Geräten | 24 |
| Digitale Nachrüstung von Maschinen | 25 |
| Mit regionalen Leistungszentren schneller in die Anwendung | 26 |
| Sichere Cloud-Plattform vernetzt Produktion und IT | 28 |
| Kontakt und Impressum Bildquellen | 30 31 |

VERNETZT, DIGITAL, INDIVIDUALISIERT



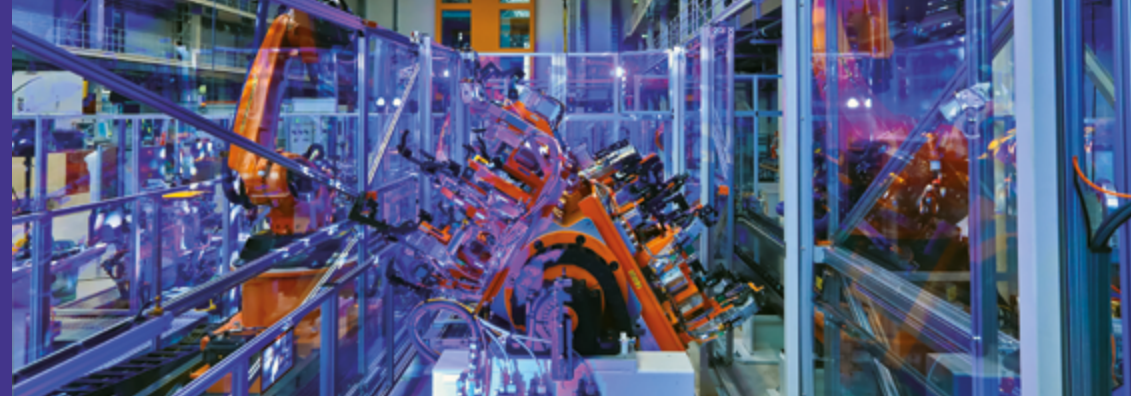
Digitalisierung ist eines der wichtigsten Zukunftsthemen der Wirtschaft. Eine entscheidende Rolle in der digitalen Transformation werden künftig kognitive Maschinen spielen, die das Erlernte auf neue Situationen übertragen können. Die Systeme planen Prozesse, treffen Prognosen und interagieren mitunter sogar mit Menschen. Für den Milliardenmarkt besteht jedoch noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Hier sind wir optimal gerüstet, denn Fraunhofer ist stark im Maschinenbau – in Robotik, Automationstechnik und Anlagenbau – sowie im Bereich der Informationstechnologie.

Stark sind wir auch im Bereich Sensoren, Aktoren und Datenerfassung. Dieses Know-how ist eine ideale Ausgangsbasis für Industrie 4.0. Künftig werden komplette Fertigungsanlagen auf virtueller Ebene visualisiert. Eine Vielzahl von Sensoren registriert den Betriebszustand der Maschinen und gibt die Daten an das Kontrollzentrum weiter. Der Mensch kann den Ablauf der Produktion in Echtzeit überblicken und bei Bedarf eingreifen.

Es wird möglich, Einzelstücke herzustellen, ohne die Produktion anzuhalten.

Über kognitive Maschinen und andere Schlüsseltechnologien sowie Neuerungen in der Automatisierungstechnik informieren wir in dieser Broschüre: Etwa den neuen Mobilfunkstandard 5G, der die Voraussetzungen für das taktile Internet schafft und sein Innovationspotenzial im Bereich Industrie 4.0 entfalten wird. Innovativ ist auch das Konzept des digitalen Zwillings, mit dem der Maschinenbau die Möglichkeiten der Digitalisierung für mehr Effizienz und Qualität nutzen kann. Er sorgt für ein optimiertes Maschinendesign, eine unkomplizierte Inbetriebnahme, kurze Umrüstzeiten und einen fehlerfreien Betrieb. Auf die steigende Nachfrage nach individualisierten Industrieprodukten reagieren wir mit dem Leitprojekt »Go Beyond 4.0«.

Prof. Dr. Reimund Neugebauer



»DIE STÄRKEN DEUTSCHLANDS LIEGEN DA, WO WENIG GLAMOUR, ABER VIEL QUALITÄT GEFRAGT IST«

Wie ist Deutschland in puncto Digitalisierung aufgestellt? Verpassen wir einen Zukunftsmarkt? Antworten darauf gibt Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

Herr Prof. Neugebauer, die Klage über die mangelnde Innovationskraft hierzulande ist schon fast zum Ritual geworden. Vor allem der Mittelstand sei zu langsam, um sich gegen die angloamerikanische oder asiatische Konkurrenz durchzusetzen. Wie beurteilen Sie solche Klischees?

Aus meiner Sicht bietet sich ein wesentlich positiveres Bild für die deutsche Wirtschaft. Im Jahr 2015 haben Unternehmen rund 157 Milliarden Euro in die Entwicklung neuer Produkte investiert, mehr als je zuvor. 2017 sollen die Ausgaben auf 165,7 Milliarden Euro steigen. Der Anteil der Innovationsausgaben am Umsatz

stieg auf drei Prozent, auch das ein neuer Höchststand. Allein diese Zahlen aus der aktuellen Studie des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) belegen die hohe Innovationskraft Deutschlands.

Woher rührt dann diese undifferenzierte Sichtweise, die nicht mit den Ergebnissen der ZEW-Studie übereinstimmt?

Sie rührt vor allem daher, dass unsere Stärken überall da liegen, wo wenig Glamour, dafür aber viel Qualität gefragt ist. Etwa in der hochwertigen und effizienten Fertigung. Aber auch bei systemnaher Soft-

ware, den Embedded Systems, spielt die Industrie ihre Stärken aus. Solche Systeme finden unter anderem in der Automobilindustrie Verwendung. Stark sind wir auch im Bereich Sensoren, Aktoren und Datenerfassung. Dieses Know-how ist eine sehr gute Ausgangsbasis für den Megatrend Industrie 4.0. Hinter diesem Schlagwort steckt die Vision einer intelligenten Fertigung, in der alle Maschinen und Werkstücke vernetzt sind und miteinander kommunizieren. So entsteht eine Fabrik, die sich selbst organisiert und jederzeit agil auf Änderungswünsche bei der Produktion reagiert.

Welchen Beitrag leistet Fraunhofer, damit die deutsche Wirtschaft bei der Digitalisierung im globalen Vergleich nicht ins Hintertreffen gerät?

Unser Auftrag ist es, Visionen wie die genannte in marktreife Lösungen zu transferieren. Um ein Beispiel zu nennen: Das Berliner Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK hat eine Technik entwickelt, bei der die gesamte

reale Fertigungsanlage auf virtueller Ebene visualisiert wird. Eine Vielzahl von Sensoren registriert den Betriebszustand der Maschinen und überträgt die Daten in industriekompatiblen Standardformaten und Protokollen an das Kontrollzentrum. So entsteht ein digitaler Zwilling, in dem der Mensch den Ablauf der Produktion nahezu in Echtzeit überblickt und bei Bedarf eingreifen kann. Einzelstücke und Sonderanfertigungen lassen sich herstellen, ohne dass die komplette Produktion angehalten werden muss.

Was ist die Voraussetzung für den Erfolg von Industrie 4.0?

Zwingend erforderlich ist ein echtes Highspeed-Internet mit kurzen Latenzzeiten. Hier arbeitet Fraunhofer an der Mobilfunktechnik 5G, die mit mehr als zehn Gigabit pro Sekunde um den Faktor 100 schneller ist als aktuelle LTE-Netze. Damit sind Latenzzeiten von einer Millisekunde oder kürzer realisierbar. Mit 5G wird eine entscheidende Plattform für Echtzeit-



Anwendungen geschaffen, die beispielsweise beim Einsatz in digitalen Fabriken, in der Telemedizin, bei selbstfahrenden Autos oder im Bereich smartes Wohnen unerlässlich für eine sichere Prozesssteuerung sind. Bei diesem komplexen Vorhaben sind mehrere Fraunhofer-Institute beteiligt.

Solche datenintensiven Anwendungen in Industrie und Wirtschaft werfen die Frage nach der Sicherheit auf.

Richtig. Auch hier hat Fraunhofer die Initiative ergriffen. Gemeinsam mit Industriepartnern auf europäischer Ebene und mit Unterstützung der Bundesregierung wurde das Projekt Industrial Data Space ins Leben gerufen. Ziel des Forschungsprojekts ist es, einen sicheren virtuellen Raum zu schaffen, in dem Unternehmen und Geschäftspartner gemeinsam an Projekten arbeiten und dabei Daten austauschen, ohne die Kontrolle über ihre Daten aus der Hand zu geben. Das funktioniert mit Hilfe von Software-Konnektoren, die Informationen nur zwischen Partnern mit

zertifizierter Identität vernetzen. Sicherheitsarchitektur und erste Lösungskonzepte für die Schlüsselkomponente Konnektor haben Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC entwickelt. Somit behalten die Unternehmen ihre volle Datensouveränität. Die Federführung beim Industrial Data Space haben die Fraunhofer-Institute für Materialfluss und Logistik IML und für Software- und Systemtechnik ISST. Dies sind nur einige Beispiele für das immense Hightech-Know-how, das Fraunhofer in Kooperation mit der deutschen Industrie in die Waagschale werfen kann.

Wo besteht Nachholbedarf? Welche Maßnahmen müssen ergriffen werden, damit deutsche Unternehmen weiterhin zur Weltspitze zählen?

Man sollte nicht verschweigen, dass es durchaus noch Schwachstellen gibt. Im Bereich der E-Mobilität müssen wir aufpassen, dass wir nicht den Anschluss an die Spitze verlieren und mit Hochdruck an

Batteriezelltechnologien für Elektroautos arbeiten. Bei Smart Data, also der Analyse und Mustererkennung in großen Datenbeständen, verfügen US-Unternehmen über einen Vorsprung. Die Entwicklung komplexer Algorithmen für die Datenanalyse und Methoden für das maschinelle Lernen, insbesondere beim Deep Learning, sollten daher eine Top-Priorität werden. Auch deshalb haben wir bei Fraunhofer 28 unserer Institute zu einer Big Data-Allianz zusammengeführt, die nicht nur an neuen Methoden des maschinellen Lernens (Deep Learning) forschen, sondern auch Unternehmen darin unterstützen, ihre Geschäftsmodelle mit Big-Data-Lösungen zu optimieren.

Steht die deutsche Gründlichkeit der Schnelligkeit mitunter im Wege? Müssen wir bei der Digitalisierung einen Gang höher schalten?

Schulungen, Trainings, Vorbereitungen sind ein Feld, das zu einer der vielleicht wichtigsten Stärken Deutschlands zählt:

Der Fähigkeit, technologische Herausforderungen sorgfältig und methodisch anzugehen. Wenn diese deutsche Gründlichkeit den Eindruck erweckt, wir seien zu langsam, müssen wir uns eben besser verkaufen. Zudem haben wir eine andere Innovationskultur als beispielsweise die USA. Der deutsche Mittelstand betreibt eher evolutionäre Innovation, als etwas ganz Neues zu beginnen.

Ziel von Fraunhofer war und ist es, wissenschaftliche und wirtschaftliche Nachhaltigkeit durch Originalität, welche Unternehmen zu disruptiven Innovationen befähigt, und durch Projekte, welche systemrelevante Forschungsfragen klären, zu befördern. Fraunhofer wird weiterhin seine wissenschaftliche Exzellenz beisteuern und in engem Schulterschluss mit der Wirtschaft technologische Innovationen entwickeln, die als Basis für neue digitale Geschäftsmodelle dienen. Und wenn es nach uns geht, sehr gern auch solche, die schnell den Weg auf den Markt finden.



NEUE IT-SICHERHEITSVERFAHREN FÜR INDUSTRIE 4.0

Traditionelle Ansätze zur IT-Sicherheit sind für die Absicherung der Produktionsanlagen von Industrie 4.0 kaum geeignet. Fraunhofer erarbeitet neue Verfahren, die den agilen, dezentralen und autonomen Strukturen von Industrie 4.0 gerecht werden.

Sicherheits-Tools für die Industrie 4.0 müssen nicht nur Betriebsgeheimnisse wie Konstruktionspläne, Fertigungsverfahren und komplette Geschäftsmodelle absichern. Sie haben außerdem die Aufgabe, die Sicherheit der beteiligten Personen zu gewährleisten. Gleichzeitig müssen sie schnell genug erkennen, ob der Fertigungsprozess von Angreifern manipuliert wird. Virenscanner und Angriffserkennungssysteme der klassischen IT erfüllen die Anforderungen nur bedingt: Sie sind meist viel zu langsam, um den unterbrechungsfreien Betrieb einer Fertigungsanlage zu garantieren und setzen eine sehr genaue Kenntnis der Systemarchitektur sowie des Normalzustands einer IT-Umgebung voraus. Die IT-Struktu-

ren von Industrie 4.0 sind jedoch extrem agil und verändern deshalb ständig ihre Architektur. Zudem sind mehrere Standorte gleichzeitig an der Produktion beteiligt.

Projekt IUNO

Das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT in Darmstadt arbeitet bei dem vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung initiierten IUNO-Projekt an neuen geeigneten Security-Verfahren. Eines dient der Erkennung von Unregelmäßigkeiten in den Kommunikationsnetzen von Fertigungsanlagen. Das zweite überwacht die Integrität der im Fertigungsprozess involvierten Kompo-

nenten und schlägt bei unerlaubten Manipulationsversuchen Alarm.

Zur Erkennung von Anomalien im Betrieb einer Anlage wird ein auf maschinelles Lernen basierendes System eingesetzt, das Datenflüsse mit Hilfe von Software-Defined Networking (SDN) aus allen im Fertigungsprozess beteiligten Instanzen analysiert. Nach einer Lernphase erkennt das System, ob bestimmte Vorgänge im Netzwerk zum Normalbetrieb gehören oder eine Abweichung davon darstellen – ohne im Detail zu wissen, wie die Systemarchitektur der Fertigungsanlage aussieht oder wie ein Angriff ablaufen müsste.

Hard- und Software-Bausteine sowie die Trusted Computing-Technologie schützen die am Produktionsprozess beteiligten Maschinen und Komponenten. Wird der gewünschte Zustand eines Elements verändert, zeigt der Leitstand das an. Dadurch wird die Manipulation von Anlagen offensichtlich und es können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Gleichzeitig dient diese Techno-

Lernlabor Cybersicherheit

Der Fachkräftemangel im Bereich IT-Sicherheit ist ein großes Problem. Damit Deutschland im Wettlauf mit Cyberkriminellen nicht ins Hintertreffen gelangt, eröffnet Fraunhofer bundesweit Lernlabore für Cybersicherheit. Ziel der Initiative ist es, die Qualifizierung von Fach- und Führungskräften in Behörden und Unternehmen zu verbessern. Mit einem modularen, berufsbegleitenden Konzept bringen Fraunhofer-Institute in Kooperation mit Fachhochschulen neueste Erkenntnisse aus der Forschung in die Weiterbildungsangebote. Die Lernlabore in Görlitz und Weiden i.d. Oberpfalz bieten bereits Kurse an. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Initiative.

logie auch dazu, nach erkannten Angriffen Geräte wieder in einen vertrauenswürdigen Zustand zurückzusetzen.



SICHERE DATEN-DREHSCHIEBE

Zwölf Fraunhofer-Institute arbeiten an einer sicheren Datenplattform für die deutsche Industrie: dem Industrial Data Space. Den Nutzen zeigt ein Projekt zur effizienteren Lkw-Abfertigung unter Federführung des Fraunhofer-Instituts für Software- und Systemtechnik ISST. Lösungen für einen sicheren Datenaustausch erarbeitet dabei das Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC.

Unfälle, Vollsperrungen und Staus gehören zum Alltag von Lastwagenfahrern. Geplante Ladetermine lassen sich aufgrund des Verkehrschaos' oftmals nicht halten – eine Stresssituation für den Truck. Mit einer neuen Smartphone-App können Lkw-Fahrer künftig entspannt auf solche Szenarien reagieren. Sie müssen nur ihre Position, den Stau und die voraussichtliche Ankunftszeit melden, der Disponent der Spedition ist mit den anderen Fahrern der Flotte ebenfalls per App verbunden. Minutenschnell ist ein neues Zeitfenster zum Beladen eines anderen Lkw gefunden, denn auch die Disponenten haben Zugriff auf die Daten des Logistik-

dienstleisters. Die schnelle Logistikplanung ist ein realer Anwendungsfall zum Thema Logistik und Lieferkette, den das Industrial Data Space-Konsortium erforscht und umsetzt. Ziel ist ein gemeinsamer Datenraum, in dem sich Unternehmen über standardisierte Schnittstellen sicher miteinander vernetzen können und dabei absolute Souveränität über ihre Daten behalten.

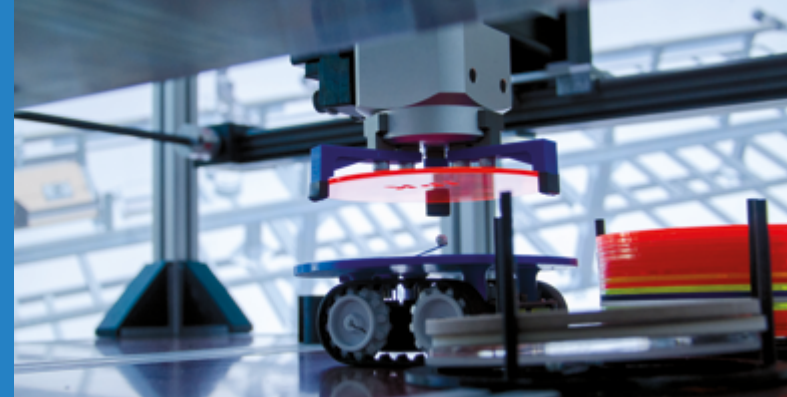
Souveränität über Daten

Diese Souveränität bietet der Industrial Data Space. Er soll eines Tages ein riesiger Marktplatz werden, auf dem Unternehmen Daten anbieten können. Wer welche

Daten sehen oder nicht sehen darf und ob er dafür bezahlen muss, ist die Entscheidung jedes Dateneigentümers. Die Verbindung zwischen den Unternehmen und der Plattform übernimmt ein von Fraunhofer entwickelter Konnektor. Diese digitale Schnittstelle zwischen den Firmen unterstützt viele Protokolle etwa von Webdiensten. Die diesem Konnektor zugrunde liegenden Sicherheitstechnologien stammen beispielsweise von Forschern des Fraunhofer AISEC. Der Konnektor verknüpft die Daten des Unternehmens und verteilt sie im Industrial Data Space, umgekehrt leitet er Anfragen von dort an die Systeme im eigenen Unternehmen weiter. Die Konnektoren können um Apps ergänzt werden, die Daten filtern und transformieren. Im Projekt wollen die Fraunhofer-Forscher einige Konnektoren und Apps für die Referenzarchitektur prototypisch entwickeln und anhand von beispielhaften Anwendungsfällen deren Nutzung darstellen. Diese Anwendungsfälle können Firmen verwenden oder ihre eigenen Konnektoren und Apps entwickeln. »Es wird verschiedene Varianten

geben, die alle zusammenarbeiten. Dies gewährleistet die Referenzarchitektur von Fraunhofer samt Zertifizierungsprozess«, sagt Prof. Boris Otto, Forschungschef des Industrial Data Space und Institutsleiter am Fraunhofer ISST, das den Anwendungsfall für die Logistik leitet.

Wie sich Kundensysteme durch den Einsatz des Industrial Data Space mit geringem Aufwand einbinden lassen, zeigt der Stahlkonzern Salzgitter AG am Beispiel der Übertragung von Lagerdaten: Der Datenaustausch zwischen Kunden- und Lieferantensystemen erfolgt automatisiert, sicher und verschlüsselt über die maschinelle Schnittstelle unter Einsatz von Smart Data Apps. Kunden können erfragen, ob die gewünschte Art von Stahl zum Wunschtermin vorrätig ist, das Lieferantensystem meldet die verfügbare Menge. Das Mapping der Stammdaten erfolgt dabei automatisiert. »Der aufwändige manuelle Datenabgleich entfällt komplett«, beschreibt Prof. Dr.-Ing. Heinz Jörg Fuhrmann, Vorsitzender des Vorstands der Salzgitter AG, den Nutzen des Industrial Data Space.



INDUSTRIE 4.0: VIRTUELLER ZWILLING STEUERT DIE PRODUKTION

Mit einem neuartigen Konzept realisiert das Fraunhofer IPK die Vision von Industrie 4.0. Ein digitaler Zwilling bildet den gesamten Produktionsprozess ab und ermöglicht jederzeit den direkten Eingriff in die Fertigung. Reale und virtuelle Produktion verschmelzen zu einem intelligenten Gesamtsystem.

Die effiziente Steuerung der Fertigung gehört zu den Schlüsseltechnologien in der Industrie. Da klingt die Idee, statt einer gleich zwei Fabriken parallel aufzubauen, zunächst mal nur nach doppeltem Aufwand. Was wäre aber, wenn eine der Fabriken nur in virtueller Form existierte? Auf dieser Idee basiert das Konzept aus dem Berliner Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK. Die reale Produktionsstätte wird auf digitaler Ebene nachgebildet. Es entsteht ein virtueller Zwilling, der nicht nur die Produktionsanlage mit allen Maschinen visualisiert, sondern auch die dynamischen Abläufe und das Verhalten

der Systembestandteile während der Fertigung in Echtzeit wiedergibt. Im virtuellen Zwilling lässt sich der Fertigungsprozess detailliert beobachten. Zahlreiche Sensoren geben dabei den Betriebsstatus der einzelnen Arbeitsstationen laufend an das System weiter. Die Produktionsplaner können den Herstellungsprozess im virtuellen Abbild analysieren und dann gegebenenfalls einzelne Schritte optimieren oder neu organisieren.

Das Konzept des digitalen Zwillings geht jedoch über ein bloßes Abbilden der realen Produktionsanlage hinaus. Tatsächlich funktioniert das System bidirektional. Denn

auch auf der virtuellen Ebene kann man eingreifen und Änderungen vornehmen, die sich sofort simulieren lassen. Auch die Änderungen in der realen Anlage können in den digitalen Zwilling eingespielt werden. So könnte der Produktionsleiter weitere Maschinen für die Bearbeitung eines Werkstücks aktivieren oder einen zusätzlichen Arbeitsschritt einbauen, etwa wenn eine Sonderanfertigung verlangt wird. Die Fertigung muss dazu nicht gestoppt und neu konfiguriert werden, vielmehr reagiert das System intelligent auf jede Änderung und organisiert sich neu.

Reale und digitale Produktion verschmelzen

Durch die Verschmelzung von realer und digitaler Produktion entsteht ein Gesamtsystem, das sich im laufenden Betrieb selbst überwacht, steuert und korrigiert. Maschinen und Software kommunizieren, soweit erforderlich, unabhängig vom Menschen miteinander und halten so die Produktion in Gang. Sollte eine Störung vorkommen, wie etwa der Ausfall eines

Aggregats, kann das System selbstständig entscheiden, wie das Problem zu beheben ist. Der Produktionsleiter sieht dann die Änderung in der Produktion, muss aber nicht selbst eingreifen. Über den digitalen Zwilling, den die Anlage kontinuierlich mit Daten füttert, lässt sich zudem die Qualität der Werkstücke und des Endprodukts laufend kontrollieren. Auch die Produktion einer Kleinserie mit individualisierten Einzelstücken lässt sich schnell realisieren.

Viele der Techniken für den digitalen Zwilling mussten die Forscher eigens entwickeln. »Wir wollen gänzlich auf proprietäre Komponenten verzichten und bei allen Schnittstellen hundertprozentig kompatibel mit Industriestandards sein«, erklärt Prof. Dr.-Ing. Rainer Stark, Projektleiter am Fraunhofer IPK. Ein Highlight ist die verwendete Sensortechnik. Die Ingenieure nutzen eine Kombination aus physischen und virtuellen Sensoren. Dabei verarbeiten virtuelle Sensoren komplexe Datensätze über den Status der Anlage, die nur mit physischen Sensoren nicht messbar wären.



BAUTEIL MIT VERANTWORTUNG

Die industrielle Fertigung folgt starr programmierten Prozessen, in denen einzelne Arbeitsschritte und Maschinen fest eingeplant sind. Eine neue Software von Fraunhofer-Forschern flexibilisiert die Produktion: Jedes Bauteil teilt den Maschinen selbst mit, was zu tun ist und findet auf diese Weise seinen Weg durch die Prozesskette.

In der Fertigung werden heute viele komplexe Bauteile, zum Beispiel Motorblöcke, in verketteten Prozessen von mehreren Maschinen bearbeitet. Die Reihenfolge der Arbeitsschritte und die dafür benötigten Maschinen und Geräte sind in einer Art Fahrplan genau festgelegt. Fallen Maschinen aus oder müssen Bauteile aufgrund von Kundenwünschen priorisiert werden, muss der Unternehmer die Produktion mit hohem Aufwand umplanen oder den Maschinenpark umrüsten. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT entwickeln ein Produktionssystem, bei dem jedes Werkstück selbst die Information trägt, welchen Weg es in der Produktion nehmen muss. Das

Bauteil verhält sich wie ein Individuum. So wird zunächst zu jedem Bauteil die Information gespeichert, die vorgibt, welche Produktionsschritte es durchlaufen soll. Dabei ist bewusst offengelassen, welche Maschine den jeweiligen Bearbeitungsschritt durchführen soll. Erst wenn ein Bearbeitungsschritt ansteht, wählt das System aus den Maschinen mit passenden Fähigkeiten diejenige aus, die schnellstmöglich verfügbar ist.

Entscheidend ist, dass bei jedem Schritt dokumentiert wird, welche Aufgabe durchgeführt wurde und was das Bauteil dabei tatsächlich erlebt hat: »Loch ist gebohrt mit Maschinenparameter A und

Werkzeug X«, »Kante ist geschliffen mit Maschinenparameter B und Werkzeug Y«. So zeichnet die Software die Produktionshistorie zu jedem Bauteil auf, und es entsteht ein digitaler Zwilling. Damit das Bauteil erkannt wird, trägt es einen Identifizierungscode. »Serviceorientierte Architektur für die adaptive und vernetzte Produktion« nennen die Forscher ihre Entwicklung.

Unikate fertigen dank digitalem Zwilling

Ziel ist es, mit der Software zu jedem Bauteil einen digitalen Zwilling – den Digital Twin – zu erzeugen. Über diesen ist zu jedem Zeitpunkt bekannt, auf welche Weise er bearbeitet wurde und welcher Schritt als nächster folgt. Diese Strategie ist etwa für Unternehmen wichtig, in deren Maschinenpark ganze Serien unterschiedlicher Bauteile gefertigt werden. In der konventionellen Fertigung müssen immer wieder Systeme beim Wechsel auf das neue Produkt angehalten, umprogrammiert und umgerüstet werden. Bei

dem serviceorientierten Ansatz hingegen teilt das Produkt den Geräten selbst mit, was zu tun ist. »Durch die Vernetzung von Bauteilen und Maschinen können Unternehmen in Zukunft hintereinander Unikate fertigen«, sagt Sven Jung, Projektleiter am IPT. Alle Prozessdaten des jeweiligen Bauteils sollen dafür in Form des Digital Twin in einem intelligenten Fertigungsnetzwerk, dem »Smart Manufacturing Network« bereitgestellt werden.

Plug-and-produce

Voraussetzung für eine flexible Produktion ist auch, dass sich Maschinen verschiedener Hersteller leicht in das Produktionsnetzwerk einbinden lassen. Deshalb arbeitet das IPT im Fraunhofer-Leistungszentrum »Vernetzte, adaptive Produktion« gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie an der Integration der unterschiedlichen Herstellersysteme in eine übergeordnete Software- und Datenplattform. Denn diese Art Plug-and-play, wie man es von Alltagstechnik kennt, gibt es in der Industrie noch nicht.



*Prof. Dr. Stefan Wrobel, Institutsleiter am
Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse-
und Informationssysteme IAIS*

KOGNITIVE MASCHINEN – EIN ZUKUNFTSMARKT

Kognitive Maschinen gehören zu den Innovationen, die einen bedeutenden Einfluss auf Wirtschaft und Gesellschaft haben werden. Informationssysteme mit immer mehr Intelligenz dringen in viele Arbeits- und Lebensbereiche vor. Ein Interview mit Prof. Dr. Stefan Wrobel, Institutsleiter am Fraunhofer IAIS, über die Auswirkungen, Chancen und Risiken der Künstlichen Intelligenz auf die Arbeitswelt.

Herr Prof. Wrobel, kognitive Maschinen sind ein Milliardenmarkt, für den noch hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht. Welches sind die Kernkompetenzen von Fraunhofer?

Bei Fraunhofer sind wir stark in den Kerntechnologien für kognitive Maschinen, also bei maschinellem Lernen, Big Data und Künstlicher Intelligenz, und verbinden das mit unseren Kompetenzen in Maschinenbau, Robotik, Automationstechnik und Anlagenbau.

Durch welche Maßnahmen will Fraunhofer den Megatrend kognitive Maschinen in Deutschland fördern und in Innovationen überführen?

Wir sind uns der besonderen Verantwortung bewusst, welche die derzeitigen Entwicklungen mit sich bringen. Die Fraunhofer-Gesellschaft setzt daher in diesem Bereich Leitprojekte auf und etabliert Forschungcluster, in denen die thematisch führenden Institute zusammen an diesen Fragen arbeiten. Fraunhofer fokussiert auf Forschung und grundlegende Innovationen ebenso wie auf den Transfer wissen-

schaftlicher Ergebnisse zu Künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen und deren Anwendungen in der Industrie.

Kognitive Systeme erobern immer mehr Einsatzbereiche und helfen Menschen, bessere Entscheidungen zu treffen. Welches sind die wesentlichen Entwicklungstrends in der Robotik? Welches sind die Treiber und Hürden für die Marktdurchdringung?

Roboter sind mittlerweile auch in der Lage, feinmechanische Aufgaben zu übernehmen. Das heißt, die Maschinen erledigen nicht nur die körperlich anstrengenden Aufgaben wie Karossen hin- und herzuwuchten, sondern sie können auch komplexe Fertigungsaufgaben verrichten. Hier spielen künstliche neuronale Netze eine wichtige Rolle. Hürden sind zu diesem Zeitpunkt immer noch das fehlende

Know-how auf Seiten der Anwender, hier sehen wir eine wichtige Aufgabe für Fraunhofer.

Welche Bedeutung haben kognitive Maschinen für die selbststeuernde Fabrik und für die industrielle Produktion?

Eine sehr große. Es ist davon auszugehen, dass alles, was ein Prozess ist – Arbeitsprozess, Planungsprozess, Buchungsprozess, Logistikkette – in naher Zukunft zumindest teilweise von Maschinen bearbeitet werden kann, die auch kognitiv anspruchsvolle Aufgaben meistern können. Durch die Entwicklung von Industrie 4.0 und die zunehmende Integration von Sensordaten in die industrielle Produktion bieten sich hier für selbstlernende und kognitive Maschinen enorme Potenziale.



Wie wird maschinelles Lernen den Arbeitsmarkt verändern? In welchen Bereichen halten Sie große Umwälzungen für möglich?

Es ist wahrscheinlich, dass sehr viele Berufe oder Tätigkeiten, die momentan noch stark nachgefragt sind, demnächst von Maschinen erledigt werden. Und zwar durchaus auch dort, wo Fachwissen gefragt ist – etwa in der Konstruktion oder Planung, aber auch in Bereichen wie der Vertragsanalyse.

Wie kann man die wirtschaftlichen Vorteile der neuen Technologien der Gesellschaft zugänglich machen?

Die Produktivität wird wachsen, die Qualität steigt, neue Produkte und Dienste werden möglich, Kreativität wird frei. Es sind Effizienzsteigerungen zu erwarten, und wenn wir die entstehenden Spielräume richtig nutzen, bleibt vielleicht mehr Zeit für Zwischenmenschliches. Berufe mit starker sozialer Komponente sind Berufe,

die Maschinen auch auf lange Sicht wohl nicht übernehmen werden und sollten.

Die Digitalisierung der Gesellschaft hat auch eine moralische Dimension, etwa wenn es um den Einsatz von Operationsrobotern geht. Welche ethischen Fragen müssen hier beantwortet werden?

Generell stellt sich eine Vielzahl ethischer Fragen. In der Tat muss sich die Gesellschaft entscheiden, wie mit intelligenten Maschinen umzugehen ist, ob ihnen zu vertrauen ist oder bis zu welchem Grad ihnen zu vertrauen ist. Es stellen sich Fragen zur rechtlichen Haftung aber auch zur Moral dort, wo Arbeitsplätze verloren gehen, selbst wenn anderswo neue entstehen. Im Zusammenhang mit der Solidargemeinschaft wird zum Beispiel über das bedingungslose Grundeinkommen diskutiert, um die negativen Aspekte der Entwicklungen aufzufangen – hier müssen Wissenschaft und Gesellschaft zusammenarbeiten, um die richtigen Antworten zu finden.

GLOSSAR

Kognitive Systeme sind technische Systeme, die digitale Informationen 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.

Als **maschinelles Lernen** werden Verfahren bezeichnet, in denen ein Algorithmus/ eine Maschine durch Wiederholen einer Aufgabe lernt, diese bezüglich eines Gütekriteriums immer besser auszuführen.

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.



PROZESSINDUSTRIE 4.0 REALISIEREN MIT VERNETZTER VERFAHRENSTECHNIK

Was die Prozessindustrie angeht, ist der Weg bis zur Industrie 4.0 noch lang. Fraunhofer-Forscher entwickeln daher einen vernetzten verfahrenstechnischen Prozess. Dieser ermöglicht sowohl eine Instandhaltungs-Assistenz als auch die Predictive Maintenance.

Industrie 4.0 wird die Produktion auf eine neue Stufe heben: Die Anlagen sollen intelligent werden, sich untereinander vernetzen und so eine flexible Produktion ermöglichen. Was die Prozessindustrie angeht, steckt die Version 4.0 jedoch in vielen Unternehmen noch in den Kinderschuhen – Forschungsprojekte gibt es nur vereinzelt. Umso wichtiger sind diese wenigen Forschungen zu bewerten: Etwa ein Projekt des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, das vom BMBF gefördert wird.

Die Forscher entwickeln die Vernetzung verfahrenstechnischer Produktionsanlagen in drei Dimensionen: Die erste Dimension

betrifft den Lifecycle, indem die Daten aus der Planung für die Betriebsunterstützung genutzt werden. Bei der zweiten Dimension, der vertikalen Vernetzung, schicken die Sensoren ihre Daten in die Cloud. Hier kombinieren die Magdeburger Forscher die Betriebsdaten mit den Erfahrungen der Mitarbeiter für die vorausschauende Instandhaltung. Dabei nutzen die Wissenschaftler Methoden der Datenanalyse, die man unter Künstlicher Intelligenz subsumieren könnte. Die dritte Dimension ist die horizontale Vernetzung mit der Supply Chain. Die Vernetzung basiert auf dem digitalen Abbild der Anlage. Als Technologiedemonstrator dient eine Wirbelschicht-Granulieranlage.



LEITPROJEKT »GO BEYOND 4.0« GESTARTET

Die Nachfrage nach individualisierten Industrieprodukten steigt. Um den hohen Forschungsbedarf zu decken, hat Fraunhofer das Leitprojekt »Go Beyond 4.0« gestartet: Mehrere Fraunhofer-Institute bündeln hier ihre Kompetenzen, um digitale Druck- und Laserverfahren für die individualisierte Massenfertigung zu entwickeln.

Die Automatisierung, Digitalisierung und Vernetzung der industriellen Großserienfertigung gehört zu den großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Vor allem Unternehmen der Zukunftsmärkte Automotive, Consumer Electronics, Manufacturing und Lighting müssen die wirtschaftlichen Vorteile der Massenfertigung bei der Herstellung individualisierter Produkte beibehalten.

Das Fraunhofer-Leitprojekt »Go Beyond 4.0« verknüpft traditionelle Fertigungsmethoden mit Zukunftstechnologien und digitalen Produktionsverfahren. Sechs Fraunhofer-Institute bündeln ihre Kompetenzen bei digitalen Druck- und Laserver-

fahren, um Massenprodukte zukünftig individualisiert zu fertigen: die Institute für Elektronische Nanosysteme ENAS in Chemnitz, für Lasertechnik ILT in Aachen, für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen, für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena, für Silicatiforschung ISC in Würzburg und für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz.

Für die Branchen Automobilbau, Luftfahrt und Beleuchtungstechnik entstehen drei Demonstratoren: »Smart Door«, »Smart Wing« und »Smart Luminaire«.



5G: DAS ULTRASCHNELLE INTERNET

Der neue Mobilfunkstandard 5G bietet schnelle Datenübertragungsraten von 10 Gigabit pro Sekunde und extrem kurze Latenzzeiten von höchstens einer Millisekunde. Damit wird die Vision vom taktilen Internet wahr. Mehrere Fraunhofer-Institute forschen an Technologien, die Datenübertragungen in Echtzeit ermöglichen.

Der aktuelle Standard 4G LTE reicht aus für Smartphone-Nutzer, die im Web surfen und dabei Videos streamen. Doch für die Ära Industrie 4.0 sind 300 Megabit pro Sekunde zu langsam. Abhilfe schafft der neue Mobilfunkstandard 5G. Er erzielt Downloadraten von zehn Gigabit pro Sekunde und bietet ultrakurze Latenzzeiten von einer Millisekunde. Damit wird die drahtlose Steuerung einer Maschine in Echtzeit möglich. Sie reagiert so schnell, dass der Mensch keine Verzögerung wahrnimmt. Experten sprechen daher auch vom taktilen Internet.

Dass diese Leistungsdaten keine Utopie sind, haben die Forscher des Fraunhofer-

Instituts für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI bewiesen. »Wir verfügen bereits über sehr produktnahe Lösungen«, sagt Prof. Slawomir Stanczak, Co-Leiter der Abteilung »Wireless Communications and Networks« am Fraunhofer HHI.

Daneben arbeiten Fraunhofer-Experten am Verbundprojekt IC4F (Industrial Communication for Factories) mit, das in diesem Frühjahr startet. Gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie entwickeln sie eine sichere und echtzeitfähige Kommunikations- und Computing-Infrastruktur auf 5G-Basis. Auch die Politik hat die Bedeutung des Themas er-

kannt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützt IC4F mit 10 Millionen Euro.

Höchste Zuverlässigkeit bei der Datenübertragung

Eine entscheidende Voraussetzung für die Realisierung von 5G ist die Zuverlässigkeit. Hier tüfteln die Forscher vom Fraunhofer HHI an neuen Technologien. »Mobile Edge Computing« etwa sorgt dafür, dass Informationen, die von Sensoren generiert werden, an den lokalen Knotenpunkten vorgefiltert und erst dann übers Netz geschickt werden. Die Datenpakete landen vorsortiert beim Empfänger und lassen sich schneller verarbeiten. Dadurch wird die Effizienz des Gesamtsystems gesteigert.

Die Kombination aus schneller Datenübertragung, ultrakurzer Latenzzeit und höchster Zuverlässigkeit macht Anwendungen möglich, die heute noch nach Science-Fiction klingen. Im Verkehr könnten selbstfahrende Autos untereinander und mit einer Verkehrsleitzentrale kom-

munizieren. Sie würden in Kolonnen fahren, gleichzeitig beschleunigen und abbremsen. Die Tele-Operation könnte mit 5G ebenfalls Realität werden. Der Chirurg am Klinikum Chemnitz könnte über eine Roboterhand einen Patienten in Köln operieren – in Echtzeit und extrem zuverlässig. Sein Innovationspotenzial wird 5G auch im Bereich Industrie 4.0 entfalten. So lassen sich Roboter über den ultraschnellen Funk so steuern, als stünde der Mensch direkt am Roboter und würde ihn via Joystick und Tasten dirigieren.

Damit der Mobilfunkstandard sich europaweit etablieren kann, beteiligt sich das Fraunhofer HHI unter anderem am Projekt FANTASTIC-5G. Hier geht es darum, eine flexible, universal einsetzbare und skalierbare Schnittstelle für 5G-Mobilfunknetze zu entwickeln. Neben dem Fraunhofer HHI arbeiten auch Unternehmen wie Intel, Nokia, Huawei und Samsung an dem Projekt, das von der Europäischen Union mit acht Millionen Euro gefördert wird.



KOMPLEXE 3D-DATEN AUF ALLEN GERÄTEN

Eine neue webbasierte Softwareplattform bringt die Visualisierung von 3D-Daten schnell auf jedes Endgerät. Sie optimiert dadurch unter anderem den Einsatz von Virtual Reality und Augmented Reality in der Industrie.

Wer sichergehen will, dass der Empfänger Dokumente und Bilder auf seinem Rechner öffnen kann, sendet diese im PDF- und JPG-Format. Doch wie verfährt man mit 3D-Inhalten? Die Lösung hierfür präsentiert das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD in Darmstadt mit der Software »instant3DHub«. Mit dieser Hilfe können Ingenieure, Techniker und Monteure auf jedem Endgerät problemlos räumliche Konstruktions- und Montagepläne nutzen. Welche Daten aufbereitet werden, entscheidet die Software autonom. Sie berechnet intelligent, dass beispielsweise nur Ansichten von sichtbaren Teilen auf das Endgerät des Anwenders übertragen werden. Dies ist vor allem für VR- und AR-Anwendungen,

wie beispielsweise Wartungssystemen in der Automobilindustrie, sinnvoll, da hier in Echtzeit genau jene Daten dargestellt werden müssen, auf welche gerade geblickt wird.

Die Technologie ist aber auch für Augmented Reality relevant, wenn ein Bezug zwischen CAD-Daten und der realen Produktionsumgebung hergestellt werden soll. Letztlich ist die Lösung für viele Branchen interessant: Selbst im Bereich Bau & Architektur, etwa wenn digitale Gebäudemodelle (Building Information Models) mit Hilfe von Smartphone, Tablet oder Datenbrillen visualisiert werden.



DIGITALE NACHRÜSTUNG VON MASCHINEN

Eine Nachrüstbox von Fraunhofer integriert existierende Maschinen in moderne Fertigungsanlagen. Auf Basis einer Selbstbeschreibung der Maschine erzeugt der PLUGandWORK™-Cube einen Kommunikations-Server für den Datenaustausch mit anderen Anlagen oder IT-Systemen.

Heute scheitert die konsequente Umsetzung von Industrie 4.0 noch oftmals, weil auch ältere Maschinen und Anlagen im Einsatz sind, die noch nicht über die nötigen Schnittstellen verfügen. Eine Lösung für dieses Problem hat das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe entwickelt: den PLUGandWORK™-Cube. Die Technologie erstellt eine Selbstbeschreibung der Maschine auf Basis des XML-Datenformats Automation Markup Language. Mit Hilfe dieses Modells generiert der Cube automatisch den Kommunikationsserver zum Austausch von Informationen mit anderen Maschinen und der übergeordneten Fertigungssteuerung. Das Prinzip funktioniert ganz ähnlich wie

die Installation eines USB-Geräts, beispielsweise eines Druckers, am Büro-PC.

Auch für Mittelständler interessant

Die Nachrüstbox erlöst nicht nur einzelne Maschinen aus ihrer Isolation. Sie bietet einen weiteren Vorteil: Auf dem PLUGandWORK™-Cube können auch Daten der angeschlossenen Maschinen gespeichert werden. Alle Daten werden verschlüsselt übertragen. Nur autorisierte Anlagen können sich in das System einlinken. Je nach Komplexität ihrer Daten und Parameter lassen sich bis zu 20 Maschinen anschließen. Auch Mittelständler mit nur wenigen Anlagen können diese in die Produktionssteuerung einbinden.



MIT REGIONALEN LEISTUNGSZENTREN SCHNELLER IN DIE ANWENDUNG

Das Konzept der Leistungszentren bringt Universitäten, Unternehmen und Forschungsorganisationen einer Region an einen Tisch. Das Ziel: Ein leistungsfähiges Innovationssystem mit internationaler Strahlkraft zu etablieren.

In den Leistungszentren entwickeln die Partner gemeinsam eine verbindliche, durchgängige Roadmap für Forschung und Lehre sowie Innovations- und Wissenstransfer. Kleine, mittelständische und große Unternehmen profitieren von einer Kombination aus exzellenter Forschung und Lehre, Aus- und Weiterbildung sowie Wissenstransfer und wirtschaftlicher Verwertung. Von Anfang an sind starke Industriepartner mit an Bord, die Auftraggeber für die Projektforschung der Verbundprojekte sind. Bislang hat Fraunhofer in Deutschland 17 Standorte identifiziert. Beispiele beim Thema Digitalisierung sind »Digitale Vernetzung« in Berlin, »Smart Production« in Chemnitz, »Simulations- und Software-basierte Innova-

tion« in Kaiserslautern und »Sichere vernetzte Systeme« in München.

Digitale Vernetzung

In der Hauptstadt kooperieren vier Fraunhofer-Institute eng mit den regionalen Hochschulen und Unternehmen. Die Partner bündeln ihre Kompetenzen bei IKT, Datenverarbeitung und -aufbereitung, Entwicklung und Bereitstellung elektronischer Systeme sowie Produktion und Mikroelektronik. Geforscht wird dabei sowohl an Basis- und Querschnittstechnologien als auch an Lösungen für vier konkrete Anwendungsbereiche: Tele-Medizin, Mobilität und Zukunftsstadt, Industrie und Produktion, kritische Infrastrukturen.

Smart Production

In Chemnitz entsteht das Leistungszentrum »Smart Production«. Beteiligt sind zwei Fraunhofer-Institute, die TU Chemnitz und die hiesige Industrie. Akteure aus der Produktions-, der Werkstoff- und Leichtbauforschung sowie der Elektrotechnik entwickeln hier interdisziplinär neue Technologien zum Thema Digitalisierung der Produktion: Die Datenintegrationsplattform »LinkedFactory« schafft z. B. ein virtuelles Fabrikabbild auf Basis multipler Sensordaten von Produktionssystem, -prozess und -bauteil.

Simulations- und Software-basierte Innovation

In Kaiserslautern bündeln die beiden Fraunhofer-Institute, die Technische Universität und Hochschule sowie namhafte anwendungsnahe Forschungseinrichtungen ihre Kompetenzen im Bereich »Simulations- und Software-basierte Innovation«. In Kooperation mit den Partnern aus der Wirtschaft wird in den FuE-Labs

zu den Themen Applied System Modeling, High Performance Computing und Big Data sowie Algorithmen und Softwaresysteme anwendungsnah geforscht. In den Anwenderzentren MSO-basierte Verfahrenstechnik, Digitale Nutzfahrzeugtechnologie und Smart Ecosystems transferieren die Experten neueste Forschungsergebnisse schnell und effizient in marktreife Innovationen.

Sichere vernetzte Systeme

Das Leistungszentrum »Sichere vernetzte Systeme« verbindet die Kompetenzen der drei Münchner Fraunhofer-Institute bei intelligenter Sensorik, flexibler, robuster Vernetzung und integrierter Sicherheit. Insbesondere stehen die Anwendungsgebiete Smart Health, vernetzte Mobilität und Industrie 4.0 im Fokus der wissenschaftlichen Arbeit. Forschungspartner sind die TU München und die Universität der Bundeswehr München.



Kontakt

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Kommunikation
Hansastraße 27c
80686 München

© Fraunhofer-Gesellschaft e. V.,
München 2017

Impressum

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Kommunikation
Hansastraße 27c
80686 München

Konzept:
Britta Widmann

Redaktion:
Janis Eitner (V.i.S.d.P.),
Tobias Steinhäuser
Britta Widmann

Autoren:
Janine van Ackeren,
Chris Löwer,
Jannis Moutafis,
Mehmet Toprak

Graphik und Layout:
Vierthaler & Braun

Bildquellen

Cover: istock
Seite 3: Fraunhofer | Ines Escherich
Seite 5: Fraunhofer IWU
Seite 6: Fraunhofer IWU
Seite 8: svedoliver – Fotolia
Seite 10: Fotolia
Seite 11: Erik de Graaf
Seite 13: Fraunhofer IPK
Seite 14: Fraunhofer IPT
Seite 17: Fraunhofer IAIS
Seite 18: iStock
Seite 20: Fraunhofer IFF
Seite 21: Fraunhofer
Seite 23: iStockphoto.com | hh5800
Seite 24: Fraunhofer IGD
Seite 25: Fraunhofer IOSB
Seite 27: ART-KON-TOR | Fraunhofer IWU
Seite 28: shutterstock | Fraunhofer IPA

