





# INHALTSVERZEICHNIS

---

Vorwort.....	2	
Das Fraunhofer IAIS.....	4	
Experten-Interview.....	6	
<b>Fokusthemen</b>		
Strategien für die digitale Transformation.....	10	
Industrie 4.0: Intelligente Maschinen & Prozesse.....	14	
Intelligente Assistenzsysteme.....	18	
Kooperation und Kompetenzentwicklung.....	24	
<b>Fraunhofer IAIS in der Öffentlichkeit.....</b>		<b>32</b>
Budget und Personal.....	34	
Die Fraunhofer-Gesellschaft.....	36	
Wissenschaftliche Leistungen.....	38	
Impressum.....	40	

13

14

15

**16**

**17**

**18**

19

20

---

**JAHRESBERICHT**

## SEHR GEEHRTE LESERINNEN UND LESER, LIEBE PARTNER UND FREUNDE UNSERES INSTITUTS,

intelligente Systeme – dies ist ein Kernthema unseres Instituts, das wir nicht ohne Grund auch in unserem Namen »Intelligente Analyse- und Informationssysteme« verankert haben. Grundüberzeugung unserer Arbeit ist, dass zur Realisierung intelligenter Systeme, die in der Industrie praktisch zum Einsatz kommen, drei Dinge vereint werden müssen. Diese bilden dementsprechend auch die Schwerpunkte unserer Arbeit: intelligente Algorithmen, die notwendigen Daten und das menschliche Wissen in entsprechenden Modellen. Unser Institut verfolgt einen inhaltlichen Ansatz mit klarer Arbeitshypothese zum Thema Künstliche Intelligenz, den wir auch mit dem Begriff »hybrid« bezeichnen. Wir machen damit deutlich, dass künstlich intelligente Systeme, die in einem realen Umfeld verlässlich, hochwertig, verständlich, vertrauenswürdig und ethisch vertretbar funktionieren sollen, eben keineswegs dadurch entstehen, dass Lernverfahren ohne weiteres Nachdenken auf große Datenbestände angewendet werden. Vielmehr muss eine Vielzahl an Komponenten – von den intelligenten Algorithmen bis zum notwendigen Wissen über Unternehmensumgebungen und -prozesse – zusammenkommen, damit dies wirklich funktioniert.

Wir setzen diese Arbeitshypothese gemeinsam mit unseren Partnern innerhalb und außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft, im Forschungszentrum Maschinelles Lernen der Fraunhofer-Gesellschaft innerhalb des Forschungsclusters »Cognitive Internet Technologies« sowie im BMBF-Kompetenzzentrum »Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr« um und schaffen die notwendigen Grundlagen in der Forschung. Hierbei hilft uns sehr, dass wir in der Region Bonn/Rhein-Sieg und darüber hinaus in Nordrhein-Westfalen in einer der stärksten Forschungs-umgebungen zu den Themen Maschinelles Lernen, Autonome

Robotik und Künstliche Intelligenz situiert sind. Unsere Kooperationen mit der Universität Bonn, dem Bonn-Aachen International Center for Information Technology b-it – und damit auch mit der RWTH Aachen und der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg – sowie die Kooperation mit über 30 Instituten in der von uns geleiteten Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz haben für uns einen extrem hohen Stellenwert.

Gleichzeitig gehen wir beim Transfer in die Wirtschaft auch neue Wege jenseits der klassischen Auftragsforschung, die Sie von uns kennen und die wir natürlich mit unverminderter Kraft weiter für unsere Partner durchführen. Wir ergänzen diese mittlerweile aber durch andere und neue Formen der Kooperation mit Unternehmen. So haben wir mit einigen großen Partnern den Enterprise Innovation Campus eingerichtet, bei dem im Sinne einer Co-Innovation Fachleute des Unternehmens an einem Ort mit unseren besten Expertinnen und Experten in unseren Räumlichkeiten zusammenarbeiten. Die Kooperationen im Enterprise Innovation Campus haben schon eine Vielzahl erfolgreicher Innovationen hervorgebracht, und wir wollen dieses Modell in der Zukunft noch weiter ausbauen. Gleichzeitig verstärken wir unsere Zusammenarbeit mit Start-ups und freuen uns, auch eigene Ausgründungen am Markt platziert zu haben. Zusätzlich reichen wir auch anderen jungen Unternehmen die Hand und bieten über unsere Initiative TechConnection an, intensiv technologisch mit uns zusammenzuarbeiten. Wichtig sind schließlich auch die großen Plattformen und Allianzen, in denen wir aktiv sind. Hier sei nur die International Data Space Association genannt, wo wir gemeinsam mit unseren Fraunhofer-Kolleginnen und -Kollegen mit mittlerweile über 90 Unternehmen die ursprünglich im Industrial Data Space entstandenen Ideen



umsetzen. Auf politischer Ebene ist die Plattform Lernende Systeme ein Beispiel, in der Fraunhofer sehr stark involviert ist und in der auch unser Institut engagiert mitarbeitet.

Darüber hinaus nehmen wir auch unseren Ausbildungsauftrag weiterhin sehr ernst. Unsere Ausbildungsaktivitäten im Bereich der beruflichen Weiterbildung führen wir gemeinsam mit den anderen Fraunhofer-Instituten in der Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz durch, und haben hier den Umfang unserer Angebote noch einmal erhöht – bis hin zur Entwicklung spezifischer Programme für die Bedürfnisse einzelner Unternehmen. Hier hilft uns auch die Einbettung in die Fraunhofer Academy. Aber auch im Bereich der Nachwuchsausbildung sind wir aktiv, nicht nur über die jährlichen Girls' Days und Talent Schools, sondern in sehr großem Rahmen auch mit unserer Roberta-Initiative und der Plattform Open Roberta Lab. Hier haben wir schon über 400 000 Schülerinnen und Schüler im digitalen Gestalten und Programmieren geschult. Mit dem Open Roberta Lab verfügen wir über eine erfolgreiche, weltweit in über 100 Ländern genutzte Cloud-Plattform, mit der man mittlerweile auch Smart Home Devices programmieren kann und über die auch Unternehmen ihre Mitarbeitenden schulen – vom Auszubildenden bis ins höhere Management.

All dies wäre natürlich nicht möglich ohne den Einsatz und die Qualitäten unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Wir freuen uns sehr, dass wir weiterhin viele hochqualifizierte Expertinnen und Experten für uns gewinnen und dass wir dadurch das nötige Wachstum realisieren konnten, um die vielfältigen Aufgaben und Anforderungen, die sich mit dem Thema Intelligente Systeme und Künstliche Intelligenz verbinden, zu bewältigen. Auch an dieser Stelle sei deshalb dem gesamten IAIS-Team noch einmal für seinen herausragenden Einsatz, seine hohe Motivation, aber auch für die viele Freude gedankt, die wir miteinander im Institut haben!

Im folgenden Bericht haben wir einige Highlights aus unserer Arbeit zusammengestellt. Ich hoffe, er stellt für Sie eine anregende und bereichernde Lektüre dar!

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen!

Mit herzlichen Grüßen

Prof. Dr. Stefan Wrobel

# DAS FRAUNHOFER IAIS

Als eine der europaweit führenden Einrichtungen für angewandte Big-Data- und KI-Forschung gestaltet das Fraunhofer IAIS die digitale Transformation der Arbeits- und Lebenswelt. Mehr als 250 Data Scientists, IT-Spezialistinnen und -Spezialisten eröffnen mit Techniken der intelligenten Datenanalyse, der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens neue Möglichkeiten zur Wissenserschließung und Entwicklung neuer datengetriebener Geschäftsmodelle. Sie unterstützen Unternehmen und Organisationen mit innovativen Lösungen bei der Optimierung von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen sowie bei der Realisierung von intelligentem Informationsmanagement.

## Institutsleitung



**Prof. Dr. Stefan Wrobel**  
Institutsleiter



**Dr. Dirk Hecker**  
Stv. Institutsleiter



**Marta Kreuzová**  
Verwaltungsleiterin

## Abteilungsleiter



**Uwe Beyer**  
Adaptive Reflective Teams



**Dr. Christoph Lange-Bever**  
Enterprise Information Systems



**Dr. Stefan Rüping**  
Knowledge Discovery



**Ulrich Nütten**  
Media Engineering



**Dr. Joachim Köhler**  
NetMedia

## Zentrale Bereiche



**Manfred Janz**  
IT-Services



**Luise Schneider**  
Personalentwicklung



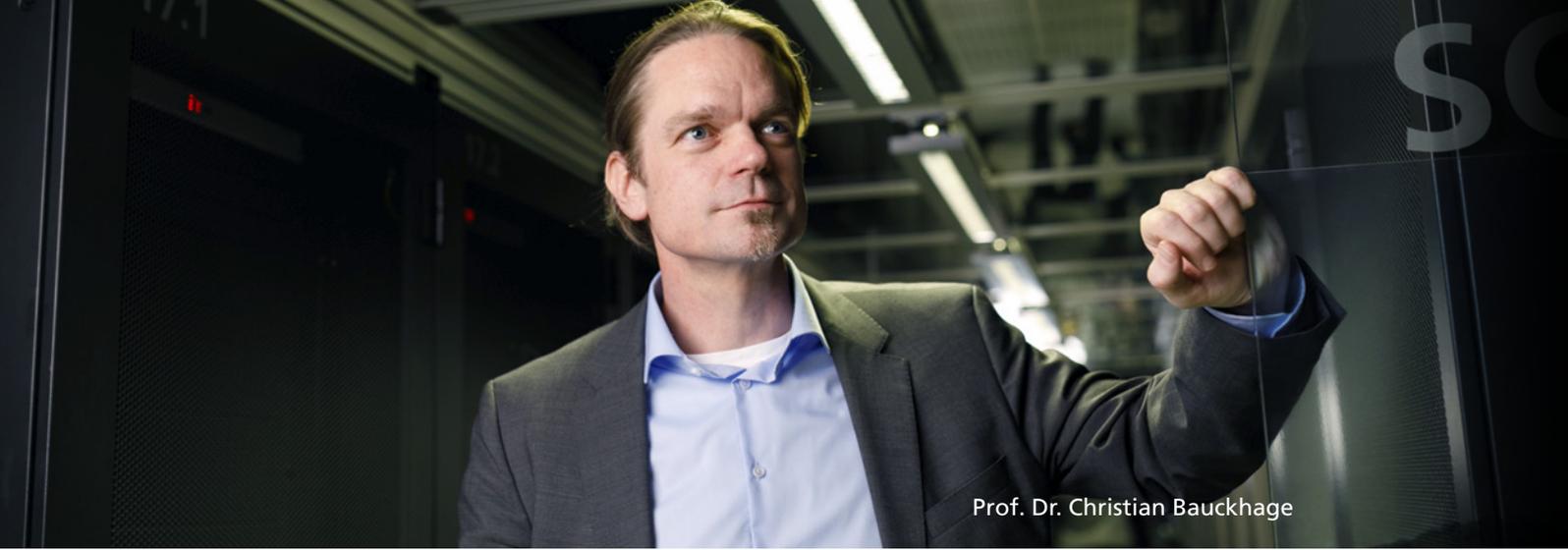
**Katrin Berkler**  
Presse und Öffentlichkeitsarbeit



**Dr. Gabriele Hühn**  
Strategie

# UNSERE GESCHÄFTSFELDER

Kernkompetenzen	Geschäftsfelder und Leitung	
Multimedia Pattern Recognition	<b>Content Technologies and Services</b> Dr. Joachim Köhler	
	<b>Bildverarbeitung</b> Dr. Joachim Köhler	
	<b>Intelligente Medien- und Lernsysteme</b> Ulrich Nütten	
Data Science	<b>Big Data Analytics</b> Dr. Stefan Rüping	
	<b>Marketing, Marktforschung und Mediaanalyse</b> Dr. Dirk Hecker	
	<b>Industrial Analytics</b> Dr. Gunar Ernis	
	<b>Enterprise Information Integration</b> Dr. Steffen Lohmann	
Systemmodellierung und -analyse	<b>Präventive Sicherheit</b> Kai Pervözl	
	<b>Unternehmensmodellierung und -analyse</b> Dr. Felix Hasenbeck	



Prof. Dr. Christian Bauckhage

# BUSINESS-MOTOR KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

## Experteninterview – smarte Technologien als Wegbereiter für ein chancenreiches Zeitalter

Ob als Sprachassistent zu Hause, selbststeuernde Maschine in der »intelligenten Fabrik« oder Chat Bot im Kundensupport – mit stetig wachsender Leistungsfähigkeit durchdringen Technologien der Künstlichen Intelligenz (KI) unseren Alltag. Als eine der europaweit führenden Einrichtungen für angewandte Big-Data- und KI-Forschung beteiligt sich das Fraunhofer IAIS an der digitalen Transformation zahlreicher Branchen. Doch so unerschöpflich die Potenziale der Künstlichen Intelligenz auch sind, so groß und vielfältig sind die Herausforderungen und Fragen, welche Industrie, Gesellschaft und Forschung jetzt bewältigen müssen. Prof. Dr. Christian Bauckhage und Dr. Dirk Hecker sprechen im Interview über digitale Transformation, Datenkompetenzen als notwendigen Bestandteil von Aus- und Weiterbildung und darüber, wie hybride KI-Technologien von Fraunhofer den Zukunftsmarkt mitbestimmen könnten.

### **KI-Technologien revolutionieren Lebens- und Arbeitswelten – worin liegt ihr Erfolgspotenzial?**

**Christian Bauckhage:** »Verbesserte Lernalgorithmen, die Verfügbarkeit von Trainingsdaten und gesteigerte Rechenleistungen von Computern haben der Forschung in den letzten Jahren zu immer größeren Leistungssprüngen verholfen. Daraus haben sich enorme Chancen ergeben. KI-Systeme werden in vielen Bereichen bereits standardmäßig eingesetzt, in denen auch das Fraunhofer IAIS Lösungen für zahlreiche Kunden entwickelt: etwa in der audiovisuellen Analyse großer Medienarchive oder im Bereich Question Answering durch Sprachassistenten. Auch in der Industrie 4.0 hat sich viel getan. Für die Produktion entwickeln wir z. B. Bilderkennungs-Software zur visuellen Inspektion von Bauteilen oder zur Verkehrszeichenerkennung im Mobilitätsbereich.«

**Dirk Hecker:** »Dabei zeigt sich häufig, dass Methoden der KI besonders zuverlässig und robust funktionieren.

Der Einsatz von KI-Systemen führt zu Kostensenkungen und fördert neue Potenziale wie Gewinn- oder Effizienzsteigerungen, da die Programme nonstop arbeiten können. Daraus ergibt sich eine komplett neue Situation mit vielen Chancen, möglicherweise auch mit Risiken, die schlichtweg darin liegen, dass noch nicht absehbar ist, welche Entwicklungen dieser Prozess auf Dauer nehmen wird.«

### **Welche Fortschritte sind in Zukunft zu erwarten?**

**Bauckhage:** »Die Fähigkeiten von KI-Systemen werden sicherlich stetig besser und umfangreicher. Die Interaktion im Bereich des Question Answering durch Sprachassistenten wird zum Beispiel immer natürlicher. Wer heute seinem Assistenten im Smartphone oder zu Hause eine Frage stellt, formuliert diese so geschickt und zum Teil unnatürlich, dass der Algorithmus dahinter sie sicher versteht und damit umgehen kann. Diese Form des Mitdenkens wird in Zukunft nicht mehr nötig sein. Auch Systeme aus anderen Bereichen



Dr. Dirk Hecker

werden weiterentwickelt. So gibt es derzeit KI-Systeme, die zwar sehr gut Texte oder Bilder erkennen können, aber häufig nur in einem sehr speziellen Feld Anwendung finden. Zukünftig werden diese Systeme zahlreich kombiniert werden und in breiteren Anwendungsfeldern auftreten.

Ein weiteres Thema, mit dem ich mich vermehrt beschäftige, ist das Quantencomputing. Es ist mittlerweile offenbar kein prinzipielles Problem mehr, mit Quantenbits anstelle der 01-Bits in »klassischen Computern« zu rechnen. Quantencomputer funktionieren derart anders und sind so unfassbar viel schneller als unsere digitalen Computer, dass erhebliche Probleme, deren Lösung momentan unmöglich scheint, auf einem Quantencomputer in Bruchteilen von Sekunden gelöst werden könnten. Wenn wir Quantencomputer künftig umfassend einsetzen können, um die Optimierungsprobleme im Maschinellen Lernen zu lösen, dann können diese Systeme innerhalb sehr kurzer Zeit das gleiche Wissen generieren, für das sie bislang Monate benötigen. Als KI-Forscher können wir also auch zahlreiche Ansätze in kurzer Zeit testen. Dann ist es nicht einmal mehr ausgeschlossen, dass Systeme Bilder und Sprache zugleich erkennen können. Heute geschieht das noch isoliert, es gibt ein Spezialprogramm für Bilder, ein anderes für die Sprache und wieder ein anderes für Prozessplanung usw. Mithilfe von Quantencomputing können KI-Systeme demnach immer mehr aufwendige Probleme lösen. Wenn sich das Quantencomputing in den kommenden Jahren durchsetzt, werden wir eine andere Welt erleben.«

### Die Einsatzmöglichkeiten von KI sind offenbar endlos – gibt es dennoch Grenzen?

**Bauckhage:** »Theoretisch gibt es für Künstliche Intelligenz keine Grenzen. Mit entsprechender Rechenleistung wächst auch die Intelligenz – und deren Größe ist nach oben hin offen. Allerdings gibt es zurzeit weiterhin Herausforderungen: So ist Big Data zwar in aller Munde, doch mangelt es in manchen Bereichen der deutschen Industrie an brauchbaren Daten, mit denen die Entwickler künstliche neuronale Netze trainieren können.«

### Wie geht das Fraunhofer IAIS mit diesem Problem um?

**Hecker:** »Wir haben die Herausforderungen, die sich aus dem Mangel brauchbarer Daten ergeben, früh erkannt. Aktuell forschen wir deshalb an einer neuen Generation von KI-Systemen: Sie sollen abstraktes Expertenwissen nutzen und selber abstrahieren können, damit sie robuster, breiter anwendbar und selbsterklärend werden. Wir entwickeln also KI-Lösungen, die nicht nur auf Daten basieren, sondern zusätzlich das Wissen der Expertinnen und Experten einbinden. Diese sogenannte hybride KI wird auch auf all die anderen Vorteile, die wir von künstlich intelligenten Systemen erwarten, einzahlen – z. B. die Verlässlichkeit oder die Transparenz der Systeme, womit auch das Vertrauen in sie wächst.«

### Was genau steckt hinter hybrider KI?

**Bauckhage:** »Dabei handelt es sich um die Kombination aus wissensgetriebenen und datengetriebenen Ansätzen. Abstraktes Wissen nutzt man in Form von Wissensgraphen in semantischen Schlussverfahren, aber auch in Form von »Grey-Box-Modellen« für die Simulation von physikalischen Systemen, deren Parameter man durch Beobachtung lernen möchte. Ein Beispiel aus der Pharmazie: Chemiker oder Pharmazeuten verfügen über umfangreiches Wissen, das z. B. besagt, dass die Zusammenführung gewisser Inhaltsstoffe nicht zielführend in der Herstellung eines neuen Medikaments ist. Ein Computer hingegen müsste bei der Medikamentenherstellung auch diese »falschen« Mischungen testen. Indem wir das Expertenwissen vorher einbinden, muss der Computer viele Dinge gar nicht erst ausprobieren, sondern kann sie von Anfang an ausschließen.«



### Was raten Sie Unternehmen im Umgang mit KI-Technologien?

**Hecker:** »Künstliche Intelligenz führt zu einer Umwälzung sämtlicher Wirtschaftsbereiche, die schon jetzt in vollem Gange ist. Firmen, die bereits KI-Techniken verwenden, haben ihren Konkurrenten gegenüber große Wettbewerbsvorteile. Deshalb lautet unsere grundlegende Botschaft: ›Start now‹ – und zwar nicht mit der Verbesserung einzelner Bausteine, vielmehr sollte sich das Unternehmen grundlegend neu aufstellen. Die digitale Transformation geschieht natürlich nicht von heute auf morgen. Die damit einhergehenden finanziellen und personellen Investitionen müssen wohl durchdacht sein. Im ersten Schritt müssen sich Unternehmen deshalb mit den Möglichkeiten von KI vor dem Hintergrund ihres eigenen Geschäftsmodells vertraut machen.

Zunächst lohnt es sich, darüber nachzudenken, an welchen Stellen das Unternehmen Optimierungspotenzial hat. Welche Prozesse sind besonders langwierig oder fehleranfällig? Wo ist mehr Präzision oder Entscheidungsunterstützung gefragt? In all diesen Bereichen kann KI unterstützen. Als Experten für Digitalisierung und Big Data unterstützen wir Kunden deshalb entlang der gesamten Prozesskette – von der Entwicklung neuer Strategien über die Umsetzung bis hin zur Entwicklung individuell angepasster technischer Lösungen. Bei dieser Zusammenarbeit verfolgen wir ein ganzheitliches Konzept der Unternehmenstransformation hin zu ›data-driven Companies‹. Im Vordergrund steht dabei die Entwicklung neuer und nachhaltiger Geschäftsmodelle, mit denen Unternehmen das Potenzial ihrer Produktionsdaten optimal ausnutzen können.«

### Wie können Firmen intern Kompetenzen im Bereich der Datenanalyse etablieren?

**Hecker:** »Die digitale Transformation eines Unternehmens geht weit über eine temporäre Zusammenarbeit mit einem Berater-Team hinaus. Vielmehr handelt es sich um eine langfristige

Mission, die auch Risiken birgt. Tatsächlich benötigen Unternehmen eine besondere Kombination an Kompetenzen, um die fortschreitende Digitalisierung der eigenen Prozesse nachhaltig zu etablieren und zu begleiten: Data Scientists reichern Daten semantisch an, führen sie auf hochleistungsfähigen Hard- und Softwareplattformen in großen Mengen zusammen und können mit maschinellen Lernverfahren prädiktive Modelle erstellen. Das Fraunhofer IAIS bietet Unternehmen ein umfangreiches Schulungsprogramm beim Aufbau dieser Kompetenzen durch die Weiterbildung ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Business Developer, Data Engineers und Data Analysten haben die Möglichkeit, ihr Fachwissen als Spezialisten für Maschinelles Lernen oder Big-Data-Systeme in methodenspezifischen Schulungen zu vertiefen. Im Deep-Learning-Modul lernen sie etwa an praktischen Beispielen die Einsatzmöglichkeiten und verschiedenen Verfahren kennen und anzuwenden.«

### Das Fraunhofer IAIS ist eine der führenden Einrichtungen für angewandte Big-Data- und KI-Forschung. Wie etabliert das Institut seine starke Position auf dem Markt?

**Hecker:** »Als eine von insgesamt 72 Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft ist das Institut in eine einzigartige Struktur eingebettet. Am Fraunhofer IAIS haben wir langjährige Erfahrung im Bereich des Maschinellen Lernens und der Künstlichen Intelligenz – sowohl in der Grundlagenforschung, als auch in der Auftragsforschung für Unternehmen und Organisationen. Das Repertoire an Fachkollegen und -kolleginnen mit dem entsprechenden Expertenwissen – auch aus anderen Instituten, mit denen wir auf jedem Gebiet eng zusammenarbeiten – stärkt unsere Position. Zwar stehen, z. B. durch Smartphones und Sprachassistenten für zu Hause, zurzeit vor allem Bild- und Sprachverarbeitung im Fokus der Öffentlichkeit, dennoch ist die datengetriebene Automatisierung von Prozessen nicht auf diese Bereiche beschränkt, sondern wird in allen Branchen eine große Rolle spielen. Durch seine Verbünde und Vernetzung in all diesen Branchen verfügt das Fraunhofer IAIS über umfassende Kompetenzen.«

### Wie sieht diese Vernetzung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und darüber hinaus aus?

**Hecker:** »Im Rahmen der Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz forschen wir mit Kolleginnen und Kollegen aus mehr als 30 Instituten interdisziplinär und branchenübergreifend zum Einsatz von intelligenter Datenanalyse und kognitiven Systemen in Industrie und Gesellschaft. Wir bieten auf unserer KI-Plattform im Web ein breites Portfolio an Best-Practice-Projekten und publizieren Studien, die aktuelle Entwicklungen von KI und Maschinellem Lernen in Forschung und Unternehmenspraxis umfassend analysieren. Zudem sind wir über die Fraunhofer-Gesellschaft hinaus gemeinsam mit 90 Institutionen in der ›International Data Space Association‹ verbunden. Viele Unternehmen haben erkannt, dass Daten oft ihre zentrale Ressource sind, aber gleichzeitig nicht jeder in der Lage

sein wird, alle diese Daten selbst zu erheben. Wir brauchen Zusammenarbeit und Datenökonomie – daher ist unser Data-Space-Konzept von zentraler Bedeutung. Und das gilt auch für die Investitionen im Bereich der elementaren Datensicherheit, die wir bei Fraunhofer nicht nur in die Forschung, sondern auch in die Anwendung stecken.«

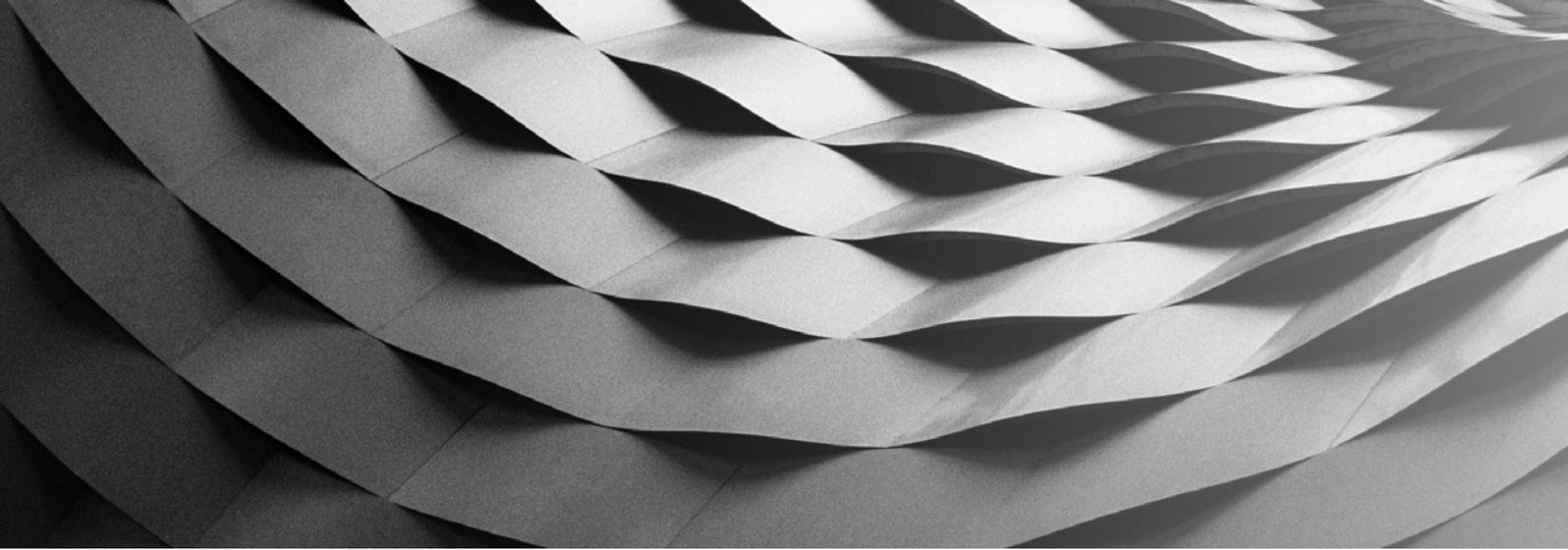
**Bauckhage:** »Die Fraunhofer-Gesellschaft hat auf Basis dieser erfolgreichen Aktivitäten eine große strategische Initiative etabliert, die insbesondere die Forschung für ein kognitives industrielles Internet stärken will: das Fraunhofer-Cluster of Excellence ›Cognitive Internet Technologies‹. In drei Forschungszentren entwickeln 13 Fraunhofer-Institute in Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen grundlegende neue Ansätze und Schlüsseltechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Sensor über intelligente Lernverfahren bis hin zur Cloud.«

#### Prof. Dr. Christian Bauckhage

Prof. Dr. Bauckhage ist Professor für Informatik (Mustererkennung) an der Universität Bonn, wissenschaftlicher Direktor des Fraunhofer-Zentrums »Maschinelles Lernen« im Fraunhofer-Cluster of Excellence »Cognitive Internet Technologies« und Lead Scientist für Maschinelles Lernen am Fraunhofer IAIS. Prof. Dr. Bauckhage studierte in Bielefeld und Grenoble und promovierte an der Universität Bielefeld. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in Theorie und Praxis der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens.

#### Dr. Dirk Hecker

Dr. Hecker ist stv. Institutsleiter des Fraunhofer IAIS, Geschäftsführer der Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz und Mitglied im Direktorium der Fraunhofer Academy. Dr. Hecker studierte Geoinformatik an den Universitäten Köln und Bonn und promovierte an der Universität zu Köln. Seine aktuellen Arbeitsschwerpunkte sind in den Bereichen Big Data Analytics, Predictive Analytics, Künstliche Intelligenz, Machine Learning und Mobility Mining.



# STRATEGIEN FÜR DIE DIGITALE TRANSFORMATION

Chancen erkennen. Herausforderungen meistern.  
Das Fraunhofer IAIS unterstützt die digitale Transformation  
von Unternehmen entlang der gesamten Prozesskette.

Digitalisierung ist nicht nur ein »Buzzword« oder Trend – Digitalisierung ist eine Revolution. Sie betrifft jeden Lebensbereich, eröffnet Chancen aber auch Herausforderungen. Die einen versprechen sich eine höhere Lebensqualität durch neue intelligente Services und digitale Assistenten. Andere fürchten die Abschaffung von Arbeitsplätzen, wenn »Maschinen übernehmen«.

Der digitale Wandel ist längst in vollem Gange. Sowohl für die Wirtschaft als auch für die Gesellschaft als Ganzes gilt es jetzt, die Chancen der Digitalisierung zu erkennen, zu nutzen und den Herausforderungen, die sie mit sich bringt, strategisch zu begegnen. Für Unternehmen schafft die digitale Transformation Möglichkeiten für Qualitäts- und Effizienzsteigerungen und ermöglicht darüber hinaus die Entwicklung neuer Produkte, Services und zukunftsweisender Geschäftsmodelle.

Viele Betriebe haben diese Chancen bereits erkannt, stehen in der Umsetzung jedoch noch am Anfang und benötigen Unterstützung. Das Fraunhofer IAIS begleitet Unternehmen in der gesamten Prozesskette der digitalen Transformation – von einem »360°-Check Digitalisierung« und der Begleitung bei der Entwicklung einer Digitalisierungs- und KI-Strategie über die prozessuale und technologische Umsetzung anhand innovativer Technologien und Bereitstellung agiler Infrastrukturen bis hin zur Weiterbildung der Mitarbeitenden zu Data Scientists.

Bei der Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie entscheiden sich die notwendigen Maßnahmen je nach brancheninternen Voraussetzungen und Bedarfen stark voneinander. Das Fraunhofer IAIS berücksichtigt die unterschiedlichen Bedürfnisse der Kunden und entwickelt individuelle Strategien und maßgeschneiderte, sichere Lösungen.

## Artificial Intelligence: Strategieentwicklung und -planung

Entscheidende Wettbewerbsvorteile in einem disruptiven und dynamischen Umfeld

Welche Potenziale bietet Künstliche Intelligenz Unternehmen und Organisationen? Welche Produkte und Prozesse lassen sich verbessern oder neu kreieren? Wie entstehen auf Basis von KI neue Geschäftsmodelle? Das Fraunhofer IAIS hilft Unternehmen und Organisationen, individuelle Antworten zu finden und daraus maßgeschneiderte KI-Strategien zu entwickeln.

Als eines der führenden Forschungsinstitute im Bereich Machine Learning und Künstliche Intelligenz in Deutschland verbindet das Fraunhofer IAIS zukunftsweisende Forschung und Entwicklung mit fundierter Erfahrung in der Umsetzung und begleitet Kunden entlang des gesamten Prozesses – von der Ideenfindung über Machbarkeitsstudien bis hin zur Produktentwicklung und Implementierung.

Das Fraunhofer IAIS analysiert den KI-Bedarf von Unternehmen auf Basis langjähriger Erfahrung und berücksichtigt dabei Kompetenzen, Anforderungen und Möglichkeiten des jeweiligen Unternehmens sowie seiner Belegschaft, Kunden und Partner, des Wettbewerbsumfelds sowie der Marktbedingungen. Gemeinsam mit den Unternehmen setzen die Fraunhofer-Experten eine nachhaltige KI-Strategie auf und planen geeignete Maßnahmen zur Umsetzung.

KI-Projekt- bzw. KI-Produkt-Audits, technologische Due-Diligence-Prüfungen im Bereich Mergers and Acquisitions sowie das Partner-Spotting für gezielte Kompetenzerweiterung runden das Portfolio ab. Regelmäßige Reviews und Tracking messen den Erfolg in der Strategieumsetzung.

## Enterprise Innovation Campus – Raum für Innovation

Ein Think Tank für Data Science, Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen und Big Data

Gemeinsam Innovation schaffen – im Rahmen des »Enterprise Innovation Campus« arbeiten Unternehmen in strategischer Kooperation mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Fraunhofer IAIS an Innovationsprojekten in den Bereichen Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen. In den Räumlichkeiten des Fraunhofer-Institutszentrums Schloss Birlinghoven entwickeln führende Forscherinnen und Forscher, Branchenfachleute und Nachwuchskräfte innovative Ideen zu disruptiven KI-Impulsen für strategische Geschäftsbereiche und setzen diese unmittelbar in die Praxis um.

Das gebündelte Know-how der Beteiligten bildet die Basis für einen professionellen Innovationsprozess – von der Ideenfindung über die Entwicklung bis hin zur Realisierung. Ein gemeinsames agiles Vorgehen innerhalb einer Laufzeit von mindestens einem halben Jahr ermöglicht kundenorientierte Ergebnisse am Puls der Zeit und mit hohem Wirkungsgrad für das Unternehmen. Zu den Beteiligten des Enterprise Innovation Campus zählen große Firmen wie PricewaterhouseCoopers und die Deutsche Telekom, mit denen das Fraunhofer IAIS gemeinsam Freiräume für innovative Ideen und kreative Wege in neue Märkte, Technologien und Produkte schafft.

## Individuelle Transformation – Digitalisierungsstrategien für jede Branche

Fraunhofer IAIS entwickelt Lösungen für Unternehmen:  
von »Digital Twins« bis zu standardisierten Daten-  
architekturen

Für die digitale Transformation gibt es kein Standardrezept. Vielmehr unterscheiden sich die notwendigen Strategien je nach brancheninternen Voraussetzungen stark voneinander. Das Fraunhofer IAIS berücksichtigt die unterschiedlichen Bedürfnisse der Kunden und entwickelt individuelle Strategien und Lösungen – von »Digital Twins« (dt. digitale Zwillinge) bis hin zur semantischen Daten- und Informationsarchitektur.

### Prozesse digital abbilden

Für die Deutsche Telekom erarbeitete das Fraunhofer IAIS in Zusammenarbeit mit Strategie- und Beratungsunternehmen Bausteine für die digitale Abbildung geschäftsrelevanter Bestandteile und Prozesse aus der europäischen Wirtschaft und Gesellschaft. Als Schnittstelle zur digitalen Repräsentation physischer Objekte, z. B. Gegenstände, Infrastruktur, Menschen, diente jeweils ein Digital Twin – die digitale Kopie einer physischen Anlage oder eines Prozesses über deren gesamte Lauf- bzw. Lebenszeit hinweg. Das Ziel war zum einen eine statistische Repräsentation realer Objekte, zum anderen sollten weitere Elemente wie Lebenszyklen sowie die Interaktion der Objekte untereinander abgebildet werden. Im Rahmen des Projekts wurden unterschiedliche Einsatzgebiete abgebildet und untersucht, z. B. die Qualifikation von Fachkräften auf dem Arbeitsmarkt sowie eine personalisierte Gesundheitsversorgung, die Einrichtung eines Smart Homes und intelligente Lieferketten.

### Wissensgraphen für maschinelle Dienste

Eine bereichsübergreifende semantische Daten- und Informationsarchitektur entwickelt das Fraunhofer IAIS für ein Pharmazie-Unternehmen. Um das nötige Fachwissen zu erfassen, arbeiteten die Wissenschaftler des Fraunhofer IAIS

eng mit Stakeholdern und Experten des Kunden zusammen. Zwischenergebnisse wurden mithilfe des am Fraunhofer IAIS entwickelten Kollaborations-Werkzeugs »VoCol« mit allen Beteiligten diskutiert. Auf diesen Ergebnissen baut die unternehmensspezifische Terminologie von Begriffen, Zusammenhängen und Einzelobjekten auf, die das Fraunhofer IAIS als Wissensgraphen für maschinelle Dienste nutzbar implementiert hat. Diese bilden die Basis für weitere mögliche Schritte der digitalen Transformation, z. B. die Ausdifferenzierung in fachspezifische Ontologien oder die Erarbeitung von Strategien zur Datenintegration.

## Sicherer Daten-Marktplatz für Unternehmen

Der Enterprise Data Hub ist ein Modell für  
unterschiedliche Märkte und Unternehmen

Daten sind für Unternehmen eine zentrale Ressource und können entscheidende Wettbewerbsvorteile bieten. Zudem haben Firmen die Möglichkeit, ihre Datenbestände zu verleihen, zu verkaufen oder als Grundlage für Serviceleistungen zu verwenden. Aus dem Datenaustausch ergeben sich allerdings Herausforderungen: Preisgestaltung, Sicherheit oder Zugriffskontrolle müssen gewährleistet sein. Der Enterprise Data Hub bildet das Fundament für eine digitale Umgebung zum vertrauenswürdigen und sicheren Datenaustausch.

Für China Unicom, einen der weltweit größten Mobilfunkanbieter, hat das Fraunhofer IAIS den »Unicom Data Hub« entwickelt. Dieser basiert auf der Referenz-Architektur des Enterprise Data Hub, der im Rahmen des Industrial Data Space entwickelt wurde. Der Unicom Data Hub ist auf den chinesischen Markt zugeschnitten und kann von China Unicom-Mitarbeitenden betrieben werden. Der implementierte Daten-Marktplatz ermöglicht es verschiedenen Akteuren, mit Daten als Wirtschaftsgut zu handeln.

Fortschrittliche Zahlungsmodelle berücksichtigen die Vielfalt der Daten, z. B. Echtzeit-Daten gegenüber Archivdaten, sowie deren unterschiedlichen Wert. Zudem unterstützen Apps, die Daten aus ihren ursprünglichen Quellen und in ihren Original-Formaten abfragen können, den Abruf und die Bezahlung.

### Der Weg zu neuen Geschäftsmodellen: 360°-Check Digitalisierung

Warum man die Digitalisierung nicht ignorieren sollte

Das Fraunhofer IAIS entwickelt im Rahmen des »360°-Check Digitalisierung« zusammen mit Unternehmen Konzepte und Strategien für die digitale Transformation ihres Geschäfts.

Dabei stellt sich bei einem omnipräsenten Thema wie der Digitalisierung zunächst die Frage, wie man den Begriff im unternehmerischen Kontext definiert. Häufig werden technische Aspekte wie Big Data, Industrie 4.0, Künstliche Intelligenz, E-Commerce und andere Themen in den Vordergrund gestellt. Neben diesem technologischen Wandel liegt sowohl das größte Risiko als auch die größte Chance im Aufkommen neuer Geschäftsmodelle.

Beim Modell »Gratis-Services gegen Daten« zum Beispiel bietet ein Unternehmen seinen Kunden zusätzlich zur physischen Ware oder Dienstleistung hochwertige Dienste an, welche die Kundenbindung erhöhen. Im Gegenzug erhält das Unternehmen die Daten des Kunden und kann mit diesen das eigene Geschäft optimieren und neue, passgenaue Produkte und Services schaffen. Der Kunde wird zum Digitalisierten, das Unternehmen zum Digitalisierer.

Im 360°-Check bestimmt das Fraunhofer IAIS zunächst die beherrschenden externen Treiber für das Unternehmen wie z. B. Kostendruck oder kürzere Produktentwicklungszyklen sowie die internen Anwendungsfelder, die meist an der Wertschöpfungskette ausgerichtet sind. In dieser

Digitalisierungslandschaft entwickelt man konkrete Ideen in Form von Use Cases. Die vielversprechendsten Use Cases werden anschließend mit der Unternehmensstrategie abgestimmt und in einer Roadmap zusammengefasst, die klare Ziele und Leitplanken fixiert. Die Experten des Fraunhofer IAIS bringen dabei sowohl weitreichende technologische Expertise als auch Konzepte für die Ausrichtung der geschäftlichen und organisatorischen Strukturen im Unternehmen sowie Erfahrung im Innovationsmanagement mit.



**Dr. Felix Hasenbeck**

**Geschäftsfeldleiter Unternehmensmodellierung und -analyse**

*»Je spannender die Technik hinter der Digitalisierung ist, desto wichtiger wird es, bei konkreten Ideen den geschäftlichen Nutzen für das Unternehmen im Blick zu haben – und das nötige Change Management mitzudenken. Am Fraunhofer IAIS haben wir die Möglichkeit, Projekte aus diesen verschiedenen Perspektiven zu beleuchten und so die individuell passenden Lösungen zu finden und umzusetzen.«*



# INDUSTRIE 4.0: INTELLIGENTE MASCHINEN & PROZESSE

Selbstständige, flexible Produktion in der »Smart Factory«  
– prädiktive Technologien und clevere Infrastrukturen für die Industrie 4.0

In intelligenten Fabriken kommunizieren Maschinen selbstständig und dynamisch, vernetzen sich untereinander sowie mit Menschen, Produkten und Logistik. Die Potenziale intelligenter, digital vernetzter Systeme in der Industrie 4.0 ermöglichen Unternehmen eine flexiblere, individuellere und effizientere Produktion.

Insbesondere in der Industrie bringt die Digitalisierung große Chancen mit sich und eröffnet neue Möglichkeiten, Produktionsprozesse zu beschleunigen, Maschinenleistungen durch Selbststeuerung und vorausschauende Wartung zu optimieren und Informationsinfrastrukturen durch intelligente Datenanalyse und -verknüpfung für neue Produkte und Services zu nutzen.

»Start now« – getreu diesem Leitsatz unterstützen die IAIS-Expertinnen und -Experten für Big Data, Informationsintegration und Industrial Analytics Unternehmen auf dem Weg zur »Smart Factory«. Wichtig dabei sind die intelligente Nutzung und Inwertsetzung der z. T. massenhaft anfallenden Sensor- und Maschinendaten, die Schaffung von Infrastrukturen für den effizienten und sicheren Datenaustausch sowie der nachhaltige Aufbau von KI-Expertise in Unternehmen.

Besonders in Deutschland als führende Nation in der produzierenden Industrie schafft die Digitalisierung und Nutzung von Technologien der Künstlichen Intelligenz einen entscheidenden Vorsprung im internationalen Wettbewerb. Große deutsche Industriekonzerne und Hidden Champions sind Weltmarktführer in Branchen wie Automobilindustrie, Maschinenbau, Chemie und Medizintechnik und können ihren Vorsprung durch intelligente Datenanalyse und Vernetzung sowie Technologien der Künstlichen Intelligenz erhalten und weiter ausbauen.

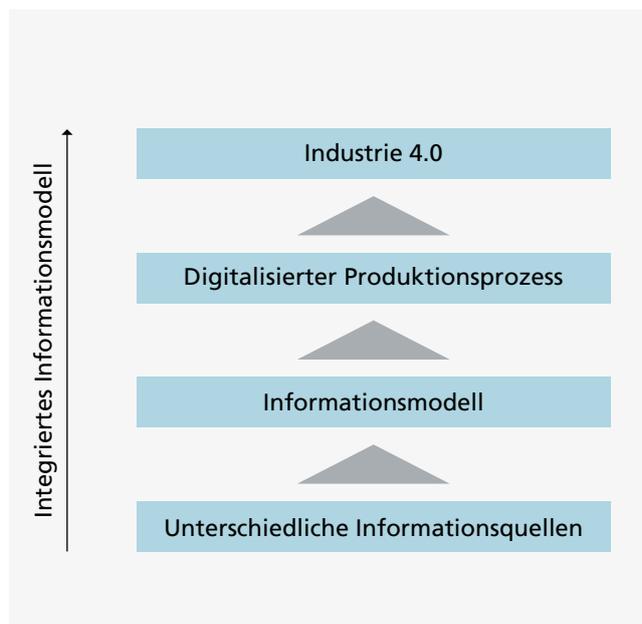
### Informationsmodell für die Maschine 4.0

Eine Maschine mit 140 Sensoren sammelt kontinuierlich neue Rohdaten: Welcher Nutzen lässt sich aus dieser Datenmenge ziehen?

Die intelligente Verknüpfung von Informationen ermöglicht es Unternehmen, effizienter und flexibler zu agieren. Als Spezialist für semantische Technologien und Linked Data entwickelt das Fraunhofer IAIS zusammen mit der Schaeffler Gruppe ein semantisches Informationsmodell, das den Datenaustausch zwischen verschiedenen Produktionsmaschinen ermöglicht.

Als global tätiger Automobil- und Industriezulieferer für die zunehmend digitalisierte Industrie ist die Schaeffler Gruppe selbst Teil der Industrie 4.0. Hierbei stellte sich insbesondere die Frage, wie das Unternehmen seine Leistung auf Grundlage der Daten einer »Maschine 4.0« verbessern kann. Deren 140 unterschiedliche Sensoren liefern kontinuierlich neue Messdaten, die sofort in die Produktionsplanung mit einfließen sollen.

Kern der Lösung, die das Fraunhofer IAIS und die Schaeffler Gruppe im Rahmen des Industrial Data Space entwickeln, ist eine Ontologie, die das Wissen über eine Fabrik einheitlich beschreibt. Die maßgeblichen Daten – z. B. Sensordaten wie Energie, Leistung und Temperatur sowie Maschinenstandorte und Produktionsaufträge – liegen in drei getrennten Datenbanken, was eine Analyse in Echtzeit bislang erschwerte. Der Ansatz des Fraunhofer IAIS belässt die Daten zwar in den ursprünglichen Systemen, wo sie zuverlässig gepflegt und genutzt werden, ihre Zusammenführung im integrierten Informationsmodell ermöglicht jedoch übergreifende Abfragen und Analysen. Dieser Ansatz dient zum Beispiel der effizienten Vorbereitung einer Maschine auf einen Auftrag oder einer vorzeitigen Kalkulation des Energieverbrauchs pro Auftrag anstatt pro Tag.



### Big-Data-Infrastruktur für optimales Datenmanagement

Digitale Basis für die Verarbeitung und Analyse verschiedener Sensordaten

In der Industrie 4.0 liefern hoch performante Maschinen eine Vielzahl unterschiedlicher Daten. In der gewinnbringenden Verarbeitung dieser Daten unterstützt das Fraunhofer IAIS ein Unternehmen des internationalen Technologiekonzerns Körber AG. Der Kunde stellt komplexe, äußerst leistungsfähige Maschinen her, die mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet sind. Relevante Eigenschaften der fertigen Produkte werden mikrometergenau vermessen und erzeugen dabei große Datenmengen.

Das Fraunhofer IAIS unterstützt das Unternehmen beim Aufbau einer Big-Data-Infrastruktur zur Verarbeitung und Analyse der anfallenden Maschinendaten. Dabei stehen die Prozess- und Parameter-Optimierung sowie die Unterstützung der Maschinenbediener im Vordergrund. Zusätzlich finden ein Wissenstransfer und der Aufbau einer internen Data-Science-Abteilung statt, die eine nachhaltige Expertise rund um



moderne Datenanalyse im Unternehmen etabliert. Dabei bietet das Fraunhofer IAIS den Kunden einen umfangreichen Erfahrungsschatz aus der Unternehmenspraxis, welcher wichtige Aspekte wie Datenschutz und -sicherheit einschließt.

---

### **IAIS-Cortex – Datenmengen meistern, Wissensnetze knüpfen**

#### **Empfehlungen bei der Auswahl hochzuverlässiger Komponenten für die Raumfahrt**

Mehr als ein Katalog – die IAIS-Cortex-Plattform meistert große Datenmengen und knüpft neue Wissensnetze. Für die TÜV NORD-Tochter Alter Technology (ATN) hat das Fraunhofer IAIS ein smartes Recommender-System geschaffen, das interne Prozesse verschlankt und ATN-Kunden bei der Auswahl geeigneter Produkte unterstützt.

ATN beschafft, qualifiziert und testet hochzuverlässige Komponenten für Hersteller von Raumfahrt-ausrüstung. Die Cortex-Plattform bildet einen Schritt in die Digitalisierung dieses umfangreichen Prozesses ab, der die ATN-Ingenieure bisher ein hohes Maß an Zeit und Ressourcen gekostet hat. Sie liest skalierbar und ohne Verzögerung Quelldaten ein, transformiert und indiziert sie automatisch und ermöglicht so mehr Effizienz und Produktivität.

Ursprünglich entwickelte das Fraunhofer IAIS die Cortex-Plattform als robuste und innovative Infrastrukturkomponente für die Datenverarbeitung und -aufbereitung der Deutschen Digitalen Bibliothek (DDB). Für ATN versorgt die angepasste Plattform Kunden, also Ausrüstungs-Designer, mit allen nötigen Informationen zur Auswahl geeigneter Komponenten. Das Angebot umfasst Mehrsprachigkeit sowie die Schätzung von Verfügbarkeit, Preis und Lieferzeit von Komponenten. Zudem empfiehlt IAIS-Cortex zusätzliche Produkte basierend auf dem Nutzerverhalten.

### **Industrial Analytics – Intelligente Daten- analyse in der Industrie 4.0**

#### **Mit Big-Data-Methoden und maschinellen Lernverfahren Informationen gewinnbringend analysieren**

Der digitale Wandel geht mit der zunehmenden Automatisierung der industriellen Produktion einher. Maschinen und Sensoren erzeugen heute hochautomatisiert große Datenmengen. Mit Big-Data-Methoden und maschinellen Lernverfahren ermöglicht das Fraunhofer IAIS die gewinnbringende Analyse dieser Informationen. Abläufe im Unternehmen können optimiert und Produktionskosten erheblich gesenkt werden.

#### **Semantische Analyse komplexer Ereignisse**

Die derzeit gängigen Werkzeuge sind für die Analyse der anfallenden Massen an Echtzeit-Daten noch nicht ausgelegt. Hier setzt das Projekt »SAKE – Semantische Analyse komplexer Ereignisse« an: Ein Team des Fraunhofer IAIS hat gemeinsam mit der Universität Leipzig sowie Partnern aus der Industrie eine Plattform für die effiziente Integration und Verarbeitung von Strömen heterogener Ereignisdaten mit Fokus auf Maschinenbau und IT-Monitoring entwickelt. Aus vorgefertigten Modulen lassen sich individuelle Anwendungen für unterschiedliche Einsatzzwecke realisieren. Evaluiert werden die Module im praktischen Einsatz bei den am Projekt beteiligten Industriepartnern.

Das Fraunhofer IAIS hat in dem Projekt, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wurde, u. a. Verfahren zur Erkennung und Vorhersage von Betriebsfehlern von Maschinen der Heidelberger Druckmaschinen AG entwickelt. Als Grundlage für die Analyse dienten Sensorzeitreihen, mit deren Hilfe das Fehlschlagen eines Druckerplattenwechsels prognostiziert werden konnte. Darauf aufbauend identifizierten die Experten mithilfe von Feature-Selection-Techniken Hinweise auf Fehlerursachen.

### Geschäftsprozesse automatisieren und optimieren

Mit dem globalen Fortschritt der Digitalisierung steigen die Anforderungen der Märkte an Unternehmen. Um diesen gerecht zu werden, individualisieren sich die Geschäftsabläufe, Prozesse müssen gezielt auf die spezifische Situation angepasst werden. Um diese Anpassung effizient und schnell zu bewerkstelligen, ist eine Automatisierung unabdingbar. Diese Vision bildete die Basis des Projekts »iPRODUCT«.

Ein interdisziplinäres Team aus Wissenschaft und Industrie erforschte einen intelligenten Ansatz zur teilautomatisierten, proaktiven Anpassung und Verbesserung von Geschäftsprozessen. Mittels automatischer Prognoseberechnungen arbeiteten die Partner auf innovative Weise auf die Optimierung des Prozessablaufs hin. Im Fokus standen die Analyse gesammelter Prozessdaten und die Echtzeitauswertung aktueller Kontextinformationen aus Sensornetzwerken.

Das Fraunhofer IAIS verantwortete sowohl die Konzeption und Implementierung der im Projekt verwendeten Big-Data-Streaming-Architektur als auch die prädiktiven Modelle, welche die Qualität der jeweiligen Werkstücke vorhersagen sollten. Die Experten entwickelten bekannte Architekturtypen weiter und verwendeten für die Prädiktion das vom Fraunhofer IAIS patentierte Verfahren »Echo State Networks«. Den Projektpartnern gelang es, Prozesse mittels Big-Data-Analyseverfahren in Echtzeit individuell auf den jeweiligen Kontext anzupassen und dadurch den betriebswirtschaftlichen Erfolg zu maximieren.



**Dr. Gunar Ernis**

**Geschäftsfeldleiter Industrial Analytics**

»Wir sehen gerade im Bereich der Produktion und des Maschinenbaus, dass die vermeintlich großen Datenmengen nach der ersten Sichtung dramatisch schrumpfen und nur ein kleiner Teil sinnvoll analysiert werden kann. Hier ist es besonders wichtig, das Domänenwissen der beteiligten Ingenieure einzubeziehen und in die Modellierung einfließen zu lassen. Dieses sogenannte »Informed Machine Learning« zeichnet das Fraunhofer IAIS mit seinem interdisziplinären Team aus und macht es in diesem Bereich so erfolgreich.«



# INTELLIGENTE ASSISTENZSYSTEME

Im Sinne des Anwenders: umfangreiche Datenbestände  
intelligent verknüpft

Sie beantworten Fragen, analysieren Geschäftsdokumente, prüfen Produktionsprozesse – intelligente Assistenzsysteme unterstützen den Menschen schon heute in vielen Lebensbereichen. Ausgestattet mit moderner Sensorik und entsprechend vernetzten Algorithmen übernehmen die smarten Anwendungen mühselige Routineaufgaben und optimieren Prozesse.

Im Alltag nutzen Menschen ihre digitalen Assistenten immer häufiger als Online-Dialogsystem zu Hause oder auf dem Smartphone unterwegs. Kontinuierliche Verbesserungen der zugrundeliegenden Technologien der Spracherkennung und -verarbeitung ermöglichen immer komplexere Fragestellungen und Gespräche.

Nicht nur als Gesprächspartner modernisieren smarte Technologien Verkehr und Mobilität. Sie unterstützen Menschen am Steuer z. B. als digitales Auge in Baustellenbereichen und bilden damit einen weiteren Schritt in Richtung des Autonomen Fahrens ab. Zudem entwickelt das Fraunhofer IAIS semantische Technologien, um Verkehrsteilnehmern und -planern wertvolle Informationen wie Staudaten oder Streckenmerkmale zu liefern. Nach dem Linked-Data-Prinzip vernetzen die Systeme große Datenbestände, die im Straßenverkehr anfallen.

Die Grundlage smarter Assistenten sind Daten, die z. B. durch Sensoren erzeugt und von den Systemen verarbeitet und interpretiert werden, um entsprechende Empfehlungen zu geben oder Handlungen zu veranlassen. In der Visuellen Analytik nutzt das Fraunhofer IAIS z. B. seismische Daten auf der Suche nach wertvollen Rohstoffvorkommen, im Gütertransport wiederum werden anhand von Sensordaten die Sicherheit und Effizienz auf globalen Handelswegen in der Luft oder zu Wasser verbessert.

# MEDIENANALYSE

## KI-Benchmarking ermittelt Business-Trends Automatische Analyse von Geschäftsberichten aller 160 DAX-Unternehmen

Benchmarking bietet Unternehmen eine wertvolle Übersicht über Kennzahlen, die eigene Marktposition sowie Potenziale einzelner Bereiche. Während bereits die Analyse einzelner Geschäftsberichte bisher ein hohes Maß an Aufwand nach sich zog, ermöglichen KI-Methoden des Fraunhofer IAIS die automatische Analyse der Berichte aller 160 DAX-Unternehmen. In Zusammenarbeit mit PricewaterhouseCoopers (PwC) entwickelt das Fraunhofer IAIS anhand von Machine-Learning-Methoden eine Technologie, die automatisch die für die Analyse notwendigen »Key Performance Indicators« (KPIs), also Leistungskennzahlen, extrahiert.

In Geschäftsberichten aus dem Internet detektiert die Software Tabellen und Paragraphen, in denen sich die relevanten Kennzahlen befinden. Anhand von Timelines, in denen die resultierenden KPI-Werte angeordnet werden, können Fachleute nicht nur die Entwicklung der Unternehmen visualisieren, sondern auch zukünftige Werte prognostizieren.

Eine besondere Herausforderung für die automatische Extraktion der richtigen KPI-Werte ergibt sich aus der Vielfalt an Tabellen-Layouts und KPI-Synonymen. Dabei setzen die Data Scientists des Fraunhofer IAIS auf das Wissen der PwC-Experten. Mithilfe dieses Fachwissens lernen die Machine-Learning-basierten Algorithmen effizienter, KPIs aus Tabellen und Text zu identifizieren.

## Automatische Texterkennung mit menschlicher Genauigkeit

### Eine OCR-Software lernt mittels Deep Learning exakte Zeichenerkennung

Gängige Texterkennungsprogramme, »Optical Character Recognition«-Software (OCR), interpretieren gegenwärtig rund 99 Prozent eines Textes korrekt. Abhängig von der Qualität der Vorlage, etwa bei historischen Schriften, nimmt die Rate ab. Um die Erkennung nochmals deutlich zu verbessern, entwickelte das Fraunhofer IAIS ein selbstlernendes OCR-System mit Deep-Learning-Methoden. Das Ziel: menschliche Genauigkeit erreichen.

OCR-Software gliedert, erkennt und digitalisiert Zeichen in Bilddateien und überträgt sie im Anschluss in Datenbanken oder Textdateien. Für die statistische Modellierung von Zeichen, Buchstaben und hunderten unterschiedlichen Schriftarten trainierten die Forscher eine KI mit großen Mengen eingescannter, schwer entzifferbarer Texte sowie mit deren annotierten, digitalisierten Resultaten. Um möglichst viele Trainingsdaten zu generieren, bietet das Fraunhofer IAIS gemeinsam mit der CIB software GmbH über die Online-Plattform [ocr.team](#) eine Web-Anwendung für Privatanwender an: Interessierte können ihre Dokumente – und damit neue Trainingsdaten – hochladen, eine Texterkennung durchführen lassen und diese im Anschluss in einem Viewer selbst bearbeiten.



**Dr. Joachim Köhler**

**Abteilungsleiter NetMedia**

*»Fortschritte im Bereich des Maschinellen Lernens haben zu Durchbrüchen im Verstehen von Texten geführt. Besonders bei der Dokumentenanalyse verfügen wir am Fraunhofer IAIS über weltweit führende Technologien, um Dokumente automatisiert auszulesen und zu verstehen.«*

# QUESTION ANSWERING

## Lifestyle Konfigurator – »Dein Autokauf als digitales Erlebnis«

Der Wunsch vieler Kunden nach dem passenden Produkt führt zu einem ausgezeichneten Einkaufserlebnis

Die global wachsende Angebotsvielfalt auf dem Automobilmarkt überwältigt viele Käufer. Im Handel der Zukunft geht es folglich darum, ein »digitales Gespür« für jeden Kunden zu entwickeln, um ihm passende Produkte zu empfehlen. Im Mittelpunkt steht das erfolgreiche Einkaufserlebnis für die Käufer und Händler.

In Zusammenarbeit mit den Branchenexperten von Berylls Strategy Advisors, Nolte&Lauth und SBN Data Technologies entwickelte das Fraunhofer IAIS mit dem »Mercedes-Benz Lifestyle Konfigurator« ein innovatives Echtzeit-Empfehlungssystem. Die zentrale Herausforderung für das Fraunhofer-Team war dabei, eine neuartige maschinelle Intelligenz zu entwickeln, welche Fahrzeugempfehlungen basierend auf dem Lebensstil und den Vorlieben des Kunden ausspricht. Hierfür gehen die »Perceptive Recommender Engines« des Fraunhofer IAIS neue Wege im Machine Learning und in semantischer Produktintelligenz. Das Ergebnis der Zusammenarbeit war eine vielfach ausgezeichnete Innovation im Kundendialog, welcher u. a. drei Red Dot Awards und die Auszeichnung des Automotive Brand Contest »Best of the Best« im Bereich Digital verliehen wurden. Der Clou lag darin, anstatt über Fahrzeugklasse, Motor oder Ausstattungspaket mit dem Kunden über individuelle Vorlieben bei Architektur, Freizeitaktivitäten oder Mobilität zu sprechen und zum Lebensstil passende und individuell konfigurierte Fahrzeuge vorzuschlagen.

## Intelligente QA-Systeme auf Basis umfangreicher Datenbestände

Digitale Assistenten filtern Wissen aus zahlreichen Quellen und erkennen semantische Beziehungen

Ob unterwegs auf dem Smartphone oder als Sprachassistent zu Hause – digitale Assistenten begleiten Menschen zunehmend

durch den Alltag. Komplexere Fragestellungen können heutige Technologien allerdings noch nicht eindeutig beantworten, zum Beispiel: »Welche spanischen Restaurants in der Nähe sind heute nach zehn noch offen?« Um digitale Assistenten tatsächlich intelligent zu machen, bedarf es Technologien wie Question Answering (QA), die Wissen aus unzähligen Quellen auswerten, semantische Beziehungen zwischen den Informationen erkennen und in der Lage sind, komplexe Fragen zu beantworten. Sie durchforsten zahlreiche Wissensquellen und liefern nachvollziehbare Antworten auf die Fragen der Nutzer.

Im EU-Projekt »Answering Questions using Web Data – WDAqua« entwickelt das Fraunhofer IAIS eine Software-Architektur zum modularen Aufbau von QA-Systemen aus unabhängigen Komponenten. Diese erkennen z. B. Begriffe in der gestellten Frage oder fragen umfassende strukturierte Datenbestände auf Antworten ab. Darüber hinaus sind sie dazu fähig, die besten Komponenten automatisch zu kombinieren. Einen Überblick sowie qualitativen Vergleich über QA-Systeme und weitere »Big-Linked-Data-Tools« auf dem Markt bietet außerdem das EU-Projekt »HOBBIT«: Die Plattform ermöglicht das smarte Benchmarking von Big-Data-Technologien. Das Fraunhofer IAIS hat die nötigen Software-Module und Datensätze entwickelt, um beliebige QA-Systeme auf Leistungskennzahlen wie »Precision« und »Recall«, also Genauigkeit und Trefferquote, zu testen. Die Benchmarks machen unterschiedliche Systeme in realistischen Szenarien vergleichbar.



**Prof. Dr. Jens Lehmann**

**Lead Scientist Question Answering**

»Question-Answering-Technologien bieten aktuell die einfachste und natürlichste Möglichkeit, mit Informationssystemen zu kommunizieren. Wir setzen am Fraunhofer IAIS unsere Fortschritte in der KI-Forschung ein, um möglichst genau Anfragen beantworten zu können und unsere Systeme auf verschiedene Anwendungsbereiche anzupassen.«

# QUALITÄTSKONTROLLE

## Neuronale Netze für die industrielle Qualitätskontrolle

Deep-Learning-Technologien erkennen Fehler selbst bei geringen Trainingsdaten

In der industriellen Produktion werden bereits Machine-Learning-Ansätze zur automatischen Schadens- oder Fehlererkennung eingesetzt. Doch diese Verfahren stoßen vor allem dann an ihre Grenzen, wenn nicht genügend gekennzeichnete Trainingsdaten vorhanden sind. Das Fraunhofer IAIS entwickelt Verfahren, mit denen leistungsfähige Deep-Learning-Systeme auch ohne großen Trainingsdatenbestand eingesetzt werden können.

Die Bildanalyseysteme, die das Fraunhofer IAIS auf der Basis tiefer neuronaler Netze entwickelt, bieten neue Anwendungsmöglichkeiten und vor allem eine deutlich bessere Erkennungsleistung. Dabei nutzt Deep Learning die statistischen Verfahren des Maschinellen Lernens über mehrere Schichten neuronaler Netze, um aus einer Menge von Inputdaten den gewünschten Output zu generieren.

Da in der industriellen Qualitätskontrolle häufig nicht genügend Daten vorhanden sind, um die Systeme ausreichend zu trainieren, haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IAIS überdies eine Methode entwickelt, mit welcher die Systeme selbst ohne große Datenmengen lernen können: Indem Expertenwissen, z. B. aus dem Automotive-Bereich, in die Entwicklung der Systeme einbezogen wird, lernen neuronale Netze von Beginn an innerhalb bestimmter Leitlinien und benötigen so weniger Daten. Technologien auf Basis des »Informed Machine Learning« können in Bereichen eingesetzt werden, die herkömmlichen Bildverarbeitungsverfahren bisher vorenthalten waren.

## Virtuelle Inspektion im Kanalnetz

BMBF-Projekt »AUZUKA« ermöglicht automatische Detektion und Klassifizierung von Schäden

Mit einer Gesamtlänge von rund 550 000 km macht das deutsche Kanalnetz einen wesentlichen Teil der städtischen Infrastruktur aus. Der Sanierungsbedarf der teils bereits im 19. Jahrhundert entstandenen Kanäle ist stark angestiegen und kostspielig; Herausforderungen entstehen vor allem bei der Detektion und Klassifizierung von Schäden. Im Rahmen des »AUZUKA«-Projekts des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) entwickelt das Fraunhofer IAIS gemeinsam mit Projektpartnern neue Arbeitsmittel für Kanalnetzbetreiber, um Kanalschäden weitgehend automatisch zu erfassen.

Das Team des Fraunhofer IAIS ist dabei für die Entwicklung einer Technologie zuständig, die Schäden im Kanalnetz möglichst automatisch erkennt und einordnet. Die Aufgabenstellung des Projekts besteht erstens aus der Entwicklung von Algorithmen, die anhand von Bildmaterial aus dem Kanal Schäden entdecken. Zweitens sollen die so detektierten Schäden automatisch klassifiziert werden, sodass eine Einteilung nach Typ und Schwere des Schadens ermöglicht wird. Dabei kommt Bildmaterial zum Einsatz, welches durch ein von Projektpartnern entwickeltes Aufnahmesystem erzeugt wird.



**Prof. Dr. Christian Bauckhage**  
**Lead Scientist Machine Learning**

»KI-Systeme für Industrie-Anwendungen sind schon seit längerem praxistauglich.

Gerade in der Qualitätskontrolle funktionieren sie zuverlässig und konsistent und bieten großes Potenzial für Effizienzsteigerungen.«

# MOBILITÄT

## AutoConstruct – Automatisches Navigieren im Baustellenbereich

### Software lernt mit Deep-Learning-Verfahren Verkehrszeichen und Begrenzungen zu erkennen

Automobilhersteller arbeiten verstärkt daran, selbstfahrende Autos auf den Markt zu bringen. Doch die Technologie dahinter ist komplex und es sind noch viele Herausforderungen zu meistern – etwa die Navigation auf Baustellen. Alte und neue Fahrbahnmarkierungen überlagern sich, Warnbaken und Leitkegel sind von der Sensorik schwer zu erfassen, Verkehrszeichen enthalten unterschiedliche Informationen.

Das Fraunhofer IAIS nutzt Deep-Learning-Verfahren, um besonders knifflige Probleme beim assistierten bzw. autonomen Fahren zu lösen. Grundlage für eine neue Software sind kamerabasierte Muster- und Bilderkennungsverfahren, die Objekte wie Verkehrszeichen, Warnbaken und Pylonen erkennen sowie Texte verarbeiten können. So lernt die Software die Inhalte spezifischer Hinweisschilder zu interpretieren oder erkennt, dass sich die Spur verengt. Im Zusammenspiel mit Navigationsgerät und Bordcomputer sollen anders ausgewiesene Autobahn-Ausfahrten auf Baustellen korrekt angesagt, Abstände zu anderen Fahrzeugen optimal bemessen und die Geschwindigkeit rechtzeitig angepasst werden.

## Smart Mobility – intelligente Vernetzung offener Datenbestände

### Bund- und EU-Projekte fördern Verknüpfung von Mobilitätsdaten und -diensten

Stau-Daten, Informationen zum Fahrverhalten, Streckenmerkmale – in Open-Data-Portalen sind Daten frei zugänglich, bisher jedoch unstrukturiert und nicht verknüpft. Ziel des Projekts »LIMBO – Linked Data Services for Mobility« ist es, die Daten für möglichst viele Anwendungen verfügbar zu machen. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr

und digitale Infrastruktur (BMVI) geförderten Projekts kommen semantische Technologien nach dem Linked-Data-Prinzip zum Einsatz, um Daten aus Portalen wie der »mCLOUD« und dem »Mobilitäts-Daten Marktplatz MDM« sinnvoll zu verknüpfen und verfügbar zu machen. Das Fraunhofer IAIS leitet dabei die Arbeitspakete zur Informationsmodellierung und Architektur. Basierend auf der LIMBO-Architektur entwickelt das Fraunhofer-Team ab Januar 2018 den Mobility Data Space, ein Ökosystem für Mobilitätsdaten und -dienste.

Auf EU-Ebene ergänzt das Projekt »bloTope – Building an IoT Open Ecosystem for Connected Smart Objects« diese Aktivitäten. Übergeordnetes Ziel ist es, Daten aus dem Internet of Things, kurz: IoT, zu standardisieren und so die Eintrittsschwelle in IoT-Ökosysteme für Datengeber und -konsumenten zu senken. Im Piloten zu Smart Mobility beschreibt das Fraunhofer IAIS Verkehrsdaten aus Helsinki, Brüssel und Lyon mittels semantischer Vokabulare standardisiert und sinn erfassend. Die Kombination und Anreicherung solcher Daten mit anderen Datensätzen eröffnet neue Wege, Autofahrern Antworten auf situationsabhängige Fragen zu bieten, zum Beispiel: »Wo finde ich einen Parkplatz mit Ladestation in meiner Nähe?«



**Dr. Christoph Lange-Bever**  
**Abteilungsleiter**  
**Enterprise Information Systems**

*»Wegen drohender Fahrverbote oder Mängeln in der Infrastruktur wird Mobilität als integrierte Dienstleistung attraktiver. Immer mehr Dienstleister wirken hierbei in komplexer Weise zusammen; ihre Datenbestände wollen intelligent verknüpft werden. Aber auch Individualmobilität hat Zukunft: Je besser ein (teil)autonomes Fahrzeug sein Umfeld und die Bedürfnisse seiner Insassen kennt, je mehr Datenquellen es also nutzt, umso stärker kann es insbesondere den Fahrer entlasten. Das Fraunhofer IAIS entwickelt beide Arten der Mobilität weiter und fördert dadurch die Wahlfreiheit der mobilen Menschen.«*

## VISUELLE ANALYTIK

### Mit Deep Learning auf Rohstoffsuche »VRGeo«-Konsortium testet neueste Technologien beim Erkennen von Erdöl und -gasvorkommen

Erdöl gilt als wertvoller Bodenschatz, von dem noch immer immense Mengen in der Erde lagern. Erstmals können jetzt Deep-Learning-Technologien die Suche nach Öl- und Gasvorkommen entscheidend voranbringen. Im Rahmen des »VRGeo«-Konsortiums entwickelt das Fraunhofer IAIS Techniken, die Geologen und Geophysiker bei der Suche nach interessanten Strukturen in seismischen Daten unterstützen.

Seit 20 Jahren prüft das Konsortium mit Vertretern der internationalen Öl- und Gasindustrie neue technologische Entwicklungen auf ihre Brauchbarkeit im Anwendungsbereich der seismischen Interpretation. Im Zuge dieses Mandats testet das Fraunhofer IAIS erstmals Deep-Learning-Techniken. Anhand umfangreicher Datenmengen und auf Basis des Domain-Wissens der Öl- und Gasexperten trainiert das VRGeo R&D-Team tiefe neuronale Netze, um so in seismischen Datensammlungen nach Strukturen zu suchen, in denen Rohstoffe gelagert sein könnten. Mithilfe dieser neuen Techniken können Forscher Rohstoffvorkommen schneller und mit einer höheren Sicherheit und Präzision finden.

### Gefahren im Luft- und Wasserverkehr frühzeitig erkennen

#### »datACRON« – Datenanalyse für zeitkritische Mobilitätsvorhersage

Der Welthandel wächst, immer mehr Flugzeuge und Schiffe transportieren Güter über weite Strecken. Mit dem höheren Verkehrsaufkommen steigt auch die Gefahr von Unfällen und Angriffen. Ziel des »datACRON«-Projekts ist es, die Sicherheit und Effizienz beim Gütertransport in der Luft sowie zu Wasser zu optimieren.

Für das »Horizon 2020«-Projekt der Europäischen Union erarbeitet ein Konsortium von Partnern internationaler wissenschaftlicher Einrichtungen Methoden, um Bedrohungen und Anomalien während des Einsatzes von Flotten in der Luft und zu Wasser frühzeitig zu detektieren.

Im Zentrum stehen Technologien zur Identifikation mobiler Objekte und zur Echtzeitprognose ihrer Aktivitäten wie z. B. geplante Flugbahnen. Das Konsortium verfolgt dabei die Vision, die Verwaltung und integrierte Nutzung umfangreicher und heterogener Datenquellen, also Archivdaten, sowie neu erfasster Streaming-Daten, voranzutreiben. Ziel ist es, die Kapazitäten von Systemen zur Förderung der Sicherheit und Effektivität kritischer Operationen für eine große Anzahl von beweglichen Einheiten in großen geografischen Gebieten erheblich zu verbessern.

Das Fraunhofer IAIS trägt mit seiner Expertise in der visuellen Analytik zum Projekt bei, mit deren Hilfe heterogene, umfangreiche, fluktuierende und verrauschte Datenströme verarbeitet werden können. Korrelationen mit archivierten Daten sollen es ermöglichen, auf relevante Eigenschaften erkannter Objekte zu schließen und über ihre Bewegungsmuster voraussichtliche Routen und Absichten zu erkennen.



**Prof. Dr. Gennady Andrienko**  
**Lead Scientist Visual Analytics**

»Bei Visueller Analytik geht es darum, die besten Fähigkeiten von Mensch und Computer zu kombinieren. Visuell gesteuerte Berechnungen profitieren von der menschlichen Validierung der Datenqualität, der Tuning-Parameter, der Interpretation von Mustern, der Erstellung von Modellen, der Verallgemeinerung, der Nutzung von Vorwissen und der Generierung von neuem Wissen. Wir entwickeln Methoden, die alle Phasen der Datenanalyse in verschiedenen Bereichen unterstützen, von der Luftfahrt über den Bodentransport bis hin zur Fußballanalytik.«



# KOOPERATION UND KOMPETENZENTWICKLUNG

Um das Potenzial von KI und Maschinellem Lernen erfolgreich zu nutzen, setzt das Fraunhofer IAIS auf Zusammenarbeit mit regionalen und internationalen Partnern.

Für die erfolgreiche Erforschung und Entwicklung intelligenter und ganzheitlicher KI- und Big-Data-Lösungen setzt das Fraunhofer IAIS nicht nur auf Vernetzung von Daten, Maschinen und Technologien – sondern auch auf Vernetzung mit starken Partnern.

Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft sowie mit regionalen und internationalen Expertinnen und Experten, Unternehmen und Start-ups arbeitet das Fraunhofer IAIS interdisziplinär und branchenübergreifend am Einsatz intelligenter Datenanalyse und kognitiver Systeme in Industrie und Gesellschaft. So koordiniert das Fraunhofer IAIS mit der Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz die größte Allianz der Fraunhofer-Gesellschaft. Mit mehr als 30 beteiligten Fraunhofer-Instituten bündelt sie die branchenübergreifende Fraunhofer-Expertise rund um Big Data und Künstliche Intelligenz. Zudem ist das Fraunhofer IAIS maßgeblich an der Initiative International Data Space beteiligt und leitet deren technische Entwicklung. Darüber hinaus führt das Fraunhofer IAIS das »Forschungszentrum Maschinelles Lernen« der Fraunhofer-Gesellschaft, in dem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus mehreren Fraunhofer-Instituten neue marktorientierte Verfahren des Maschinellen Lernens erforschen, die aktuelle Herausforderungen der Industrie adressieren. Gemeinsam mit der TU Dortmund leitet das Fraunhofer IAIS mit dem »Kompetenzzentrum Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr« eines von vier bundesweiten Kompetenzzentren für Maschinelles Lernen, initiiert und gefördert durch das BMBF.

Um Deutschland in der Spitzenforschung zu KI und ML voranzubringen, bedarf es außerdem der Aus- und Weiterbildung. Das Schulungsprogramm für Data Scientists des Fraunhofer IAIS und der Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz vermittelt Big-Data- und ML-Grundlagen und bietet Module für spezifische Anwendungsfelder.



**Dr. Dirk Hecker**

**Geschäftsführer der Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz**

*»In Forschungsprojekten der Fraunhofer-Gesellschaft und mit starken Partnern aus der Wirtschaft entwickeln wir Techniken für die nächste Generation von KI- und ML-Anwendungen. Die Erkenntnisse transferieren wir auf direktem Weg in unseren berufsbegleitenden Schulungen und vermitteln über diesen Weg innovative Projektideen und technologische Anknüpfungspunkte in Unternehmen.«*

## VERNETZUNG FÜR VORSPRUNG

### Fraunhofer IAIS und Universität Bonn – gemeinsam an der Spitze der Forschung Gebündelte Kompetenz für Data Science, Machine Learning und KI-Forschung machen Bonn zu einem zentralen KI-Standort in Deutschland

Gebündelte Forschungskompetenz Tür an Tür – auf gemeinsamen Interessens- und Forschungsgebieten arbeiten das Fraunhofer IAIS und das benachbarte Institut für Informatik der Universität Bonn sowie das Bonn-Aachen International Center for Information Technology (b-it) eng zusammen. 2018 wurde die Zusammenarbeit der Universität Bonn und des Fraunhofer IAIS im Feld des Maschinellen Lernens weiter institutionalisiert – mit der Initiierung des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eingerichteten »Kompetenzzentrums Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr« bringen die beiden Partner gemeinsam mit der TU Dortmund sowie dem Fraunhofer IML interdisziplinäre ML-Forschung voran – aus Nordrhein-Westfalen für ganz Deutschland.

Prof. Dr. Stefan Wrobel, Institutsleiter des Fraunhofer IAIS, ist als Inhaber des Lehrstuhls »Intelligent Analysis and Information Systems« sowie Wissenschaftlicher Direktor des b-it ein Bindeglied der Zusammenarbeit. An der Universität leiten Prof. Dr. Stefan Wrobel sowie die IAIS Lead Scientists Prof. Dr. Christian Bauckhage und Prof. Dr. Jens Lehman mit »Knowledge Discovery / Machine Learning«, »Smart Data Analytics« und »Multimedia Pattern Recognition« Arbeitsgruppen, die gleichzeitig zentrale Themen des Fraunhofer IAIS abbilden. Seit Juli 2018 hat zudem Prof. Dr. Emmanuel Müller die neue Professur für Data Science and Data Engineering am b-it angetreten und gestaltet auch Forschung und Projekte am Fraunhofer IAIS mit.

Bisherige gemeinsame Kernprojekte in Forschung und Entwicklung sind zum Beispiel das Question-Answering-Projekt »Ask Now« sowie »Semantic Analytics Stacks (SANSA)«, dessen Kern ein Software Stack ist – eine Menge von Programmierbibliotheken, mit denen sich große Wissensgraphen

abfragen und analysieren lassen. Gemeinsame geförderte Projekte, in denen die Universität Bonn und das Fraunhofer IAIS als Partner forschen, sind z. B. »WDAqua« (S. 20) und »BOOST«, das eng mit Aktivitäten des International Data Space am Fraunhofer IAIS (S. 26) verzahnt ist.

### Die Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz Branchenübergreifendes Know-how für »data-driven Companies«

Die Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz ist mit mehr als 30 Instituten die größte Allianz der Fraunhofer-Gesellschaft. 2014 durch das Fraunhofer IAIS gegründet, lautet die Mission der Allianz seither, Unternehmen auf ihrem Weg zur »data-driven Company« zu begleiten. Die Fraunhofer-Experten unterstützen Unternehmen bei der Umsetzung von Big-Data-Strategien, entwickeln Software und datenschutzgerechte Systeme für Big Data und bilden Fach- und Führungskräfte zu Data Scientists aus.

Die Allianz bietet direkten Zugang zu dem breit gefächerten Kompetenzspektrum der Fraunhofer-Fachleute. Damit bündelt sie ein deutschlandweit einmaliges Branchen-Know-how mit fundierter Kenntnis topaktueller Forschungsmethoden in der intelligenten Datenanalyse. Der Vorteil für Unternehmen: Best Practices und Use Cases aus anderen Branchen können leicht adaptiert und für kreative Lösungen genutzt werden. Auf [www.bigdata.fraunhofer.de](http://www.bigdata.fraunhofer.de) bietet die Allianz anhand einer interaktiven KI-Map einen Überblick über 100 Best-Practice-Projekte aus unterschiedlichen Bereichen. Einen Experteneinblick auf die Marktpotenziale und die Forschungslandschaft hat die Allianz in zwei Studien »Marktpotenzialanalyse Künstliche Intelligenz« und »Maschinelles Lernen – eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendung« zusammengefasst.

Zur nachhaltigen Etablierung von Big-Data- und KI-Strategien innerhalb von Unternehmen bietet die Allianz ein Schulungs- und Zertifizierungsprogramm für Data Scientists an. Seit 2015 haben sich so bereits mehr als 1500 Personen zum Data Scientist weitergebildet. Aktuell können Unternehmen auf dem Weg zur »data-driven Company« zwischen 25 Schulungsthemen mit verschiedenen Facetten des Themas Data Science wählen. Das Spektrum wurde neuerdings um Schulungen zu Machine Learning mit Vertiefungsmodulen und Möglichkeit zur Zertifizierung erweitert.

2016 initiierte die Allianz zudem die Fachkonferenz »Industrial Analytics & Big Data in der Industrie« in Kooperation mit SV Veranstaltungen, die seither jährlich ausgerichtet wird. 2017 entwickelte die Allianz mit der »Start-up TechConnection« in Kooperation mit der Fraunhofer Venture Group eine Initiative, die Fraunhofer-Technologien und innovative Start-ups zusammenbringt (S. 28).

---

## **International Data Spaces – Souveränität über Daten**

### **Die Fraunhofer-Gesellschaft arbeitet mit 100 Unternehmen an einem sicheren Datenraum**

Um Daten sicher und gewinnbringend auszutauschen, benötigen Unternehmen eine hohe Souveränität über ihre Daten und Dienste. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat Ende 2014 den Industrial Data Space ins Leben gerufen. Ziel der Initiative ist der kontrollierte und sichere Austausch von Daten über Unternehmensgrenzen hinweg und die Schaffung von technologischen und organisatorischen Rahmenbedingungen für eine leichtere Integration und Nutzung der ausgetauschten Daten. Die dezentrale Architektur des Industrial Data Space gewährleistet den Unternehmen volle Souveränität über ihre Daten. Somit lassen sich auch kritische Daten von strategischem und ökonomischem Wert sicher

und gewinnbringend austauschen und in Geschäftsökosystemen sowie zur Geschäftsmodellinnovation verwenden.

In Kooperation mit namhaften Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen entwickeln mehrere Fraunhofer-Institute die technologischen und organisatorischen Rahmenbedingungen. Das Fraunhofer IAIS koordiniert die Arbeiten zum Referenzarchitekturmodell und übernimmt im Rahmen der Standardisierung die Verknüpfung mit anderen Initiativen. Zudem stellen seine Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen technologischen Ansatz für ein branchenübergreifendes Management von semantischen Informationsmodellen innerhalb des Datenraums bereit.

Die Initiative basiert auf einem Forschungsprojekt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde. Die inzwischen rund 100 Unternehmen sind in einem durch die Fraunhofer-Gesellschaft gegründeten Verein organisiert. In mehreren Arbeitsgruppen wird weiter an der Zielstellung eines dezentralen, sicheren Datenraums gearbeitet und dieser Stück für Stück in Anwendungsprojekten umgesetzt. Zentrale Forschungsfragen der »International Data Spaces Association« werden inzwischen in einem Folgeprojekt des BMBF vertieft und bilden darüber hinaus einen wesentlichen Pfeiler des Fraunhofer-Forschungsclusters »Cognitive Internet Technologies«, das Anfang 2018 gestartet ist.

### Forschungszentrum Maschinelles Lernen: Vorsprung mit »Informed Machine Learning«

Das ML-Zentrum ist eines von drei Forschungszentren des Fraunhofer-Clusters of Excellence »Cognitive Internet Technologies«

Mit der gebündelten Kompetenz von drei Forschungszentren bestehend aus insgesamt 13 Fraunhofer-Instituten ging das Forschungscluster »Cognitive Internet Technologies (CCIT)« im April 2018 an den Start, um kognitive Technologien für das industrielle Internet zu entwickeln. Das CCIT gliedert sich in die drei Forschungszentren IoT-COMMS, Data Spaces und Maschinelles Lernen, letzteres unter der Leitung des Fraunhofer IAIS.

Das CCIT befähigt Unternehmen zur zukunftssicheren Gestaltung ihres Geschäfts, indem es Marktzugänge mit kognitiven Lösungen und Produkten eröffnet. Im Fraunhofer-Zentrum Maschinelles Lernen bündeln die Fraunhofer-Institute IAIS (Leitung), IOSB, ITWM und SCAI ihr Know-how. Langfristiges Ziel des Zentrums ist es, das »Informed Machine Learning« auf breiter Fläche zu etablieren und somit Ansätze auszubauen, die nicht nur aus Daten lernen, sondern auch vorhandenes Expertenwissen und Modelle, wie sie in der Wirtschaft oft vorhanden sind, zur Leistungsverbesserung nutzen. So werden neue verlässliche Verfahren des Maschinellen Lernens entwickelt, die aktuelle Herausforderungen der Industrie adressieren und es ermöglichen, transparente und nachvollziehbare Lösungen der Künstlichen Intelligenz strategisch in Produktions-, Geschäfts- und Vertriebsprozesse zu integrieren. Durch die enge Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Zentren IoT-COMMS und Data Spaces entsteht eine nahtlose Kette von der Erfassung von Daten über ihre sichere Vorhaltung und Aufbereitung bis hin zu ihrer intelligenten Verwertung.

### Open-Source-Plattform für EU-weites Datenmanagement

Einsteigerfreundliches System hilft bei der Lösung gesellschaftlich relevanter Probleme

»Gesundheit, demografischer Wandel und Wohlergehen«, »Sichere, saubere und effiziente Energie« und »Intelligenter, umweltfreundlicher und integrierter Verkehr« – das sind nur drei der sieben größten gesellschaftlichen Herausforderungen, die die Europäische Kommission für das Rahmenprogramm Horizon 2020 identifiziert hat. Die »Big Data Europe Integrator Plattform« (BDI) wurde eigens dafür entwickelt, diese Herausforderungen zu adressieren und große Datenbestände aus diesen Bereichen zielgerichtet und nutzerfreundlich zu analysieren.

Das Fraunhofer IAIS hat die Koordination der sieben jeweils den Herausforderungen angepassten Stakeholder-Communities übernommen. In jeder Community wurden Veranstaltungen organisiert, um die jeweils spezifischen Anforderungen an Big-Data-Technologien zu erfassen. Diese dienten als Grundlage für die Entwicklung der BDI-Plattform, deren Nutzen in sieben Piloten validiert wurde. Die Plattform stellt zahlreiche Open-Source-Tools bereit, mit deren Hilfe Nutzerinnen und Nutzer täglich anfallende Datenmengen sammeln, verwalten, visualisieren und aufbereiten können, um Lösungen für gesellschaftlich relevante Themen zu erarbeiten.

Durch den flexiblen und stark individualisierbaren Aufbau der Plattform soll die Einstiegsbarriere zur Nutzung von Big-Data-Technologien gesenkt werden. Zielgruppe der Plattform sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus verschiedenen, auch IT-fernen Fachbereichen.

## Start-up TechConnection – Technologie sucht Anwendung

Die Fraunhofer-Initiative bringt KI-Technologien  
und junge Unternehmen zusammen

Im Rahmen der Start-up-Initiative »TechConnection« sucht die Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz innovative Köpfe, deren Geschäftsidee oder Businessmodell im Bereich Artificial Intelligence und Machine Learning angesiedelt ist. Ziel ist es, zusammen mit aufstrebenden Start-ups die Möglichkeiten von KI-Technologien auszuloten, zukunftsweisende Ideen und Geschäftsmodelle voranzutreiben und den Fraunhofer-Technologien zur Marktreife zu verhelfen. So sparen die Unternehmerinnen und Unternehmer deutlich Zeit- und Entwicklungsaufwand und gehen schneller an den Markt.

Bei einer ersten »Call for Innovation«-Runde mit den teilnehmenden Instituten AISEC, IIS-EAS und IAIS pitchten zwölf Finalisten von insgesamt 69 teilnehmende Start-ups ihre Idee mit der Aussicht auf eine langfristige Technologie-Kooperation.

Die eingereichten Konzepte spiegeln eine Vielfalt an Anwendungsbereichen für die Künstliche Intelligenz wieder und fokussieren insbesondere die Branchen Energiewirtschaft, Cyber-Security, Automotive, Health Care sowie Business und Finance.

Mit den drei Gewinnern Brighter AI, GreenPocket und Smart Reporting wird im Rahmen einer Machbarkeitsstudie evaluiert, wie die KI-Ideen in einem Folgeprojekt umgesetzt werden und wie das Institut und die Start-ups darauf aufbauend eine langfristige Partnerschaft etablieren können.

## Präventive Sicherheit: Europaweites Schutzkonzept für den Katastropheneinsatz

Der Verein »2E!SAC« dient dem Schutz kritischer  
Infrastrukturen in Europa

Naturkatastrophen, Terrorangriffe oder schwerwiegende technische Defekte – Katastrophen treten plötzlich auf und stellen Einsatzkräfte und Betreiber Kritischer Infrastrukturen (KRITIS) vor große Herausforderungen. Im Ernstfall sind eine gute Ausbildung, schnelle Entscheidungsfähigkeit und vernetztes Handeln entscheidend. Zur Verbesserung der Schutzkonzepte hat ein Konsortium unter der Federführung des Fraunhofer IAIS den »2E!SAC – Verein zur Verbesserung der Resilienz vitaler Infrastrukturen in Europa e.V.« gegründet.

Seit mehr als zehn Jahren forscht das Fraunhofer IAIS mit seinen Partnern im Rahmen von nationalen sowie EU-Projekten im Bereich »Schutz kritischer Infrastrukturen«. Im EU-Projekt »CIPRNet« etwa entwickelten die Partner realitätsnahe Trainings- und Frühwarnsysteme, die sie Krisenstäben und KRITIS-Betreibern zur Verfügung stellen. Ziel der derzeit zehn internationalen 2E!SAC-Mitglieder ist die Einrichtung eines europäischen Kompetenzzentrums mit länderspezifischen Angeboten und zur Standardisierung eines grenzübergreifenden Schutzkonzepts.



**Dr. Erich Romé**

**Projektleiter Präventive Sicherheit**

*»Kritische Infrastrukturen in Europa sind hoch vernetzte Systeme, die nicht an Ländergrenzen haltmachen. Jedes Land hat Maßnahmen ergriffen, seine eigenen Infrastrukturen zu schützen. In Katastrophenfällen ist aber oft auch grenzüberschreitende Zusammenarbeit erforderlich. 2E!SAC fördert die Idee nationaler Kompetenzzentren, die durch technologische de-facto Standards interoperabel sind und dadurch grenzübergreifende Kooperation und Koordination von Gegenmaßnahmen ermöglichen.«*

### **Convit – Fraunhofer-Ausgründung für Know-how- und Technologie-Transfer** **IT-Start-up überträgt als Spin-off Fraunhofer-Kompetenzen in die wirtschaftliche Wertschöpfung**

Technologietransfer fördern, Gründergeist wecken – Fraunhofer-Ausgründungen ermöglichen die nachhaltige Übertragung wissenschaftlicher Kompetenzen in die wirtschaftliche Wertschöpfung. Mit der Convit GmbH ist ein Spin-off entstanden, welches das Fraunhofer-Know-how aus den Bereichen Big Data Analytics, Machine Learning und Linked Data mit professioneller Software-Entwicklung und modernen Entwicklungsmethoden verbindet.

Als Anbieter von Big Data Integrations- und Analyse-Software vereinfacht Convit unter der Leitung von Geschäftsführer Jochen Schon, ehemaliger Abteilungsleiter am Fraunhofer IAIS, den Zugriff auf Informationen aus unterschiedlichen Quellen und steigert die Qualität der Daten durch Analyseverfahren aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz. Kunden bauen dazu auf einen umfangreichen Microservice Stack auf, der anwendungsspezifisch erweitert werden kann. Darauf basierend bietet Convit Lösungen zur Unterstützung der crossmedialen Produktion in Medienunternehmen und intelligente Lösungen zur Analyse von Markt, Konkurrenz, Technologien und Umfeld für Unternehmen im Pharma-, Chemie- und Automotive-Sektor.

Die produktive Vernetzung seitens Fraunhofer IAIS mit eigenen Ausgründungen bleibt bestehen. Im Rahmen eines organisationsübergreifenden Projekts arbeiteten die Fraunhofer-Wissenschaftler zusammen mit den Architekten und Entwicklern von Convit daran, Technologien aus den Bereichen KI, Machine Learning und Big Data für die Entwicklung einer medienübergreifenden Plattform zum Einsatz zu bringen. Agile Methoden förderten die Zusammenarbeit zwischen der Projektleitung des Fraunhofer IAIS und der Convit GmbH, die schwerpunktmäßig die Software entwickelte.

### **Fraunhofer Venture**

Unter einer Fraunhofer-Ausgründung bzw. einem Fraunhofer-Spin-off wird ein Unternehmen verstanden, dessen Geschäftstätigkeit wesentlich auf Know-how und/oder Schutzrechten basiert, die im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft erarbeitet wurden.

Die Fraunhofer-Gesellschaft fördert Ausgründungsideen zur Vermarktung bzw. Verwertung von Technologien, die maßgeblich durch Fraunhofer-Institute entwickelt wurden. Fraunhofer Venture übernimmt im Zuge dessen die Steuerung der Ausgründungen und Beteiligungen. Das Leistungsspektrum umfasst die Betreuung und Beratung vor, während und nach der Gründungsphase.

# KI-EXPERTEN VON MORGEN

## Fit für Smart Data – Schulungsprogramm für Data Scientists Trainings für »data-driven Companies« zu Big-Data-Grundlagen und Module für spezifische Anwendungsfelder

Mit der Etablierung von Big Data in Wirtschaft und Gesellschaft entstand als neues Berufsbild der Data Scientist. Datenwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler sind enorm gefragt und schon seit Jahren insbesondere in Branchen Mangelware, wo große Datenmengen, z. B. durch Sensoren oder auf Web-Plattformen, gesammelt werden. Mit einem modularen Schulungs- und Zertifizierungsprogramm richtet das Fraunhofer IAIS sich gemeinsam mit der Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz an Führungskräfte in »data-driven Companies«, die fit für Smart Data werden möchten, und an Fachkräfte, die sich kompakt zu Data Scientists weiterbilden und zertifizieren lassen möchten.

Business Developer und Führungskräfte im Management profitieren von unserem Schulungsprogramm für die Unternehmensentwicklung – etwa für neue Geschäftsmodelle oder die Optimierung von Geschäftsprozessen. Daten-Manager lernen, wie man Daten effektiv beschreibt und integriert und wie man dabei Datenschutz- und -sicherheit in Big-Data-Umgebungen gewährleisten kann. Daten-Analysten erfahren, wie sie mit maschinellen Lernverfahren prädiktive Modelle entwickeln, um neue Trends in Daten aufzuspüren, Prognosen zu erstellen und Handlungsoptionen abzuleiten. Software-Ingenieure lernen, mit modernen Datenbanken, verteilter Speicherung und Echtzeittechniken robuste, skalierbare Lösungen zu entwickeln.

Wegen der großen Nachfrage wurde das Angebot kontinuierlich ausgebaut. Vertiefungsthemen wie »Potenzialanalyse für Big-Data-Projekte« oder »Sicherheit und Datenschutz für Big Data« wurden um branchen- und anwendungsbezogene Schulungen ergänzt, zum Beispiel zu smarten Energiesystemen, smarten Gebäuden und Linked Enterprises. Gefördert

durch EIT Digital und das EU-Projekt »European Data Science Academy« entstanden erste Online-Materialien. Eine neue Schulung zu Sprachassistenzsystemen behandelt Techniken zu Spracherkennung und -verständnis, den Aufbau von Wissensgraphen zum Question Answering und den Entwurf von Dialogen. Die Schulung »Digitalisierung: Den Wettkampf gewinnen« vermittelt aktuell die geschäftlichen Prinzipien der Digitalisierung im Rahmen eines Business-Wargaming.

Gefördert durch die Fraunhofer Academy startete 2015 ein Zertifizierungsprogramm. Einem Basiszertifikat für Data Scientists folgten Spezialzertifikate für Datenmanager und Datenanalysten. Mit Unterstützung des BMBF kam jüngst ein Spezialzertifikat für Maschinelles Lernen hinzu. Es ermöglicht den tieferen Einstieg in das Deep Learning und seine KI-Anwendungen Textverstehen, Bildverstehen, Zeitreihenanalyse und Lernende Roboter. Hier kommt erstmals eine Big-Data-Plattform zum Lösen von Online-Aufgaben zum Einsatz.



**Dr. Angelika Voß**

### **Projektleiterin Data Science**

»Unsere Schulungen werden von Einzelpersonen und Unternehmen gleichermaßen nachgefragt und finden oft auch betriebsintern statt. Die Teilnehmenden schätzen besonders das praktische Wissen, das die Dozenten in unseren Wirtschaftsprojekten ständig aktualisieren. Unternehmen verknüpfen die Schulungen gern mit unserem Angebot zum Coaching von Projekten und dem Enterprise Innovation Campus, um nachhaltige Transfereffekte zu erzielen.«

### Die Roberta-Initiative baut digitale Bildung deutschlandweit aus

Von der Grundschule bis ins Management – monatlich programmieren Zehntausende Coding-Fans im Open Roberta® Lab

Ob in der kompetenten Anwendung oder in der aktiven Mitgestaltung – die Initiative »Roberta® – Lernen mit Robotern« des Fraunhofer IAIS nimmt Menschen mit in die digitale Welt. Mehr als 400 000 Kinder und Jugendliche hat Roberta bereits in Robotik- und Programmierkursen erreicht. Über 2000 Roberta-Teacher bieten an Deutschlands Schulen Robotik- und Programmierkurse an. Seit 2018 erwacht neben Robotern und Mikrocontrollern neuerdings auch das Smart Home auf der IoT-Programmiersprache Open Roberta Lab zum Leben.

Nachdem die Roberta-Initiative des Fraunhofer IAIS mit Unterstützung von Google.org Open Roberta bereits 2014 startete, ging das Teilprojekt der Initiative in 2016 auf dem Nationalen IT-Gipfel in Saarbücken in die nächste Runde: Neben der Ausbildung von mindestens 1500 neuen Roberta-Teachers bis 2020 stehen seither die Weiterentwicklung und Verbreitung des Open Roberta Labs im Mittelpunkt. Neue Hardware wie der Mikrocontroller Calliope mini oder der humanoide NAO und Extras wie eine Galerie zum Teilen von Programmen locken immer mehr Coding-Fans auf die Plattform – rund 20 000 Besuche verzeichnet das Lab mit steigender Tendenz monatlich.

Um auch den Jüngsten einen Einstieg in die zunehmend von Algorithmen geprägte digitale Gesellschaft zu ermöglichen hat die seit 2002 bestehende MINT-Initiative mit Unterstützung der Google Zukunftswerkstatt ihr didaktisches Konzept um einen neuen Baustein erweitert: Gemeinsam mit der Calliope g GmbH fördert das Fraunhofer IAIS, z. B. in Zusammenarbeit mit Ministerien und Stiftungen, bundesweit digitale Kompetenzen an der Grundschule. Indem sie den Calliope mini im Open Roberta Lab programmieren, entwickeln Kinder ab acht

Jahren spielerisch Medienkompetenzen und lernen kindgerecht, Sachverhalte zu hinterfragen. Neben der Integration in den Unterricht eröffnen seit 2017 bundesweit die »Open Roberta Coding Hubs«: In Bibliotheken, Mitmachmuseen oder anderen spannenden Lernorten hat der Programmier-Nachwuchs künftig die Möglichkeit, außerhalb der Schule Roboter und Mikrocontroller zu programmieren und in Workshops in die digitale Welt einzutauchen.

Seit 2018 bietet die im Lab verfügbare IoT-Programmiersprache NEPO® vermehrt auch Erwachsenen, von der Ausbildung bis ins Management, einen praxisnahen Einstieg ins Programmieren. Auf der CeBIT 2018 präsentierte das Fraunhofer IAIS erstmals die Möglichkeit, einen Staubsaugroboter im Open Roberta Lab zu programmieren, und bot damit einen Vorgegeschmack auf NEPO als künftige IoT-Programmiersprache für alle Lebenswelten – ob im eigenen Smart Home, in der Schule oder im Unternehmen.



**Beate Jost**

**Technische Leiterin Open Roberta**

»Hands-on, praxisnah, kinderleicht – mit dem Open Roberta Lab begeistert das Fraunhofer IAIS immer mehr Nachwuchsprogrammiererinnen und -Programmierer weltweit. Mit der Unterstützung der Google Zukunftswerkstatt entwickeln wir das Lab stetig weiter, integrieren unterschiedliche Hardware und vermitteln unser Know-how Lehrkräften in ganz Deutschland; so steigen mit Open Roberta jetzt sowohl Grundschulkindern als auch Smart-Home-Besitzerinnen und Besitzer ins Programmieren ein.«

# FRAUNHOFER IAIS IN DER ÖFFENTLICHKEIT HIGHLIGHTS

Perlen der Forschung für die Anwendung:  
Prof. Dr. Stefan Wrobel stellt Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel Anwendungen des Maschinellen Lernens vor.

*Berlin, Januar 2017*



Präventive Sicherheit:  
Fraunhofer IAIS gründet Verein »ZEISAC« zum Schutz kritischer Infrastrukturen in Europa

*Sankt Augustin, April 2017*



eEducation:  
Fraunhofer IAIS, Calliope und Google.org unterstützen neues Leitprojekt für Berliner Schulen

*Berlin, Mai 2017*

CeBIT 2017  
Virtueller Rundgang durch das KI-ZukunftsLab

*Hannover, März 2017*



»So stark ist Deutschland in der Erforschung schlauer Computer«

*Frankfurter Allgemeine Zeitung, August 2017*





Fraunhofer-Tag  
der Künstlichen  
Intelligenz

*Berlin, November 2017*



Fraunhofer IAIS  
koordiniert Kompetenz-  
plattform »KI.NRW«

*Sankt Augustin,  
August 2018*

Start des Clusters of  
Excellence »Cognitive  
Internet Technologies«  
auf der Hannover Messe

*Hannover, April 2018*



CeBIT 2018  
»AI Benchmarking« &  
»Code Your Smart Home«

*Hannover, Juni 2018*

Besuch im Kanzleramt –  
Fraunhofer IAIS macht  
mit NEPO Künstliche  
Intelligenz begreifbar

*Berlin, April 2018*

Kompetenz-  
zentrum Maschinelles  
Lernen Rhein-Ruhr  
ML2R startet in NRW

*Sankt Augustin, Dortmund,  
Oktober 2018*

## FRAUNHOFER IAIS – BUDGET UND PERSONAL

Die Entwicklung intelligenter, datengetriebener Systeme für Unternehmen und Gesellschaft sind seit jeher der Kern der Forschungs- und Entwicklungsarbeit des Fraunhofer IAIS. Die Nachfrage nach Methodenkompetenz, Algorithmen und Softwarelösungen sowie nach strategischer Begleitung von Unternehmen bei ihren Transformationsprozessen ist jedoch so groß wie noch nie: Das liegt zum einen an der rasant voranschreitenden Digitalisierung und der Relevanz, die Unternehmen der strategischen Analyse großer, komplexer Datenbestände (Big Data) zumessen, und zum anderen an der aktuellen Technologierevolution im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI). Dieser gesteigerten Nachfrage begegnet das Fraunhofer IAIS mit einem noch größeren Leistungsportfolio in Forschung und Anwendung. Aus diesem Wachstum ergeben sich gesteigerte Erträge sowie eine wachsende Anzahl an Mitarbeitenden, die mit großem Engagement die Forschungs- und Entwicklungsarbeit des Institutes zum Erfolg führen.

### Menschen im Mittelpunkt

Während die Modelle, Methoden und Technologien des Fraunhofer IAIS darauf fokussieren, Menschen in ihrer Arbeit und ihrem Alltag zu unterstützen, setzt das Fraunhofer IAIS auf Menschen, die sich in einem attraktiven Umfeld fachlich und persönlich entwickeln können und somit den Erfolg des Institutes entscheidend prägen. Um dies zu ermöglichen, investiert das Institut seit 2016 stark in seine Personalentwicklung und arbeitet intensiv an aktiven und flexiblen Prozessen und Formaten. Dies betrifft sowohl die Gewinnung neuer Talente als auch die Entwicklung der Mitarbeitenden am Institut. Diese zeichnet sich unter anderem durch ein umfassendes Fortbildungsangebot – sowohl durch externe Trainer als auch durch Mitarbeitende untereinander – sowie ein neu ins Leben gerufenes Führungskräfte-Entwicklungsprogramm aus.

Somit ist das Institut auch in Sachen Personal enorm auf Wachstumskurs: Während das Fraunhofer IAIS im Januar 2017 noch 213 Mitarbeitende, davon 127 Wissenschaftler/-innen beschäftigte, wuchs das Team bis Dezember 2017 auf insgesamt 253 Mitarbeitende, darunter 156 Wissenschaftler/-innen.

Auch die Personalstruktur erfreut sich einer positiven Entwicklung, denn es ist dem Institut gelungen, viele neue weibliche Talente zu gewinnen und auch der Anteil an Mitarbeitenden aus vielen verschiedenen Ländern ist stark gestiegen. In diesem Sinne lautet das Motto der Menschen am Fraunhofer IAIS: Vielfalt leben und miteinander die Zukunft gestalten!



### Partner der Wirtschaft

Als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft erwirtschaftet das Fraunhofer IAIS einen Großteil seiner Erträge mit Forschungs- und Entwicklungsaufträgen aus der Wirtschaft sowie mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene. Ergänzt wird das jährliche Forschungsvolumen durch rund 30 Prozent Grundfinanzierung von Bund und Ländern. Dieses Finanzierungsmodell ermöglicht es dem Institut, erstklassige Forschung auf internationalem Niveau optimal mit dem direkten Transfer in die praktische Anwendung zu verbinden.

Insbesondere im Bereich der Auftragsforschung für die Wirtschaft sind die Erträge des Instituts stark gestiegen. So lag der Anteil der Wirtschaftserträge am Betriebsaufwand des Instituts im Jahr 2017 bei 51,4 Prozent. Im Rahmen dieser Auftragsforschungsaktivitäten konnte das Fraunhofer IAIS insbesondere strategische Partnerschaften mit bestehenden Kunden weiter ausbauen und mit neuen Angeboten wie dem Enterprise Innovation Campus oder dem weiteren Ausbau des Data-Scientist-Schulungsprogramms neue Kunden erschließen.

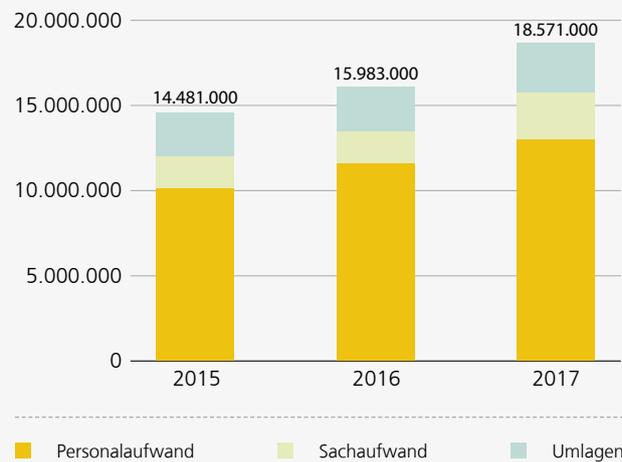


**Luise Schneider**  
**Leiterin Personalentwicklung**

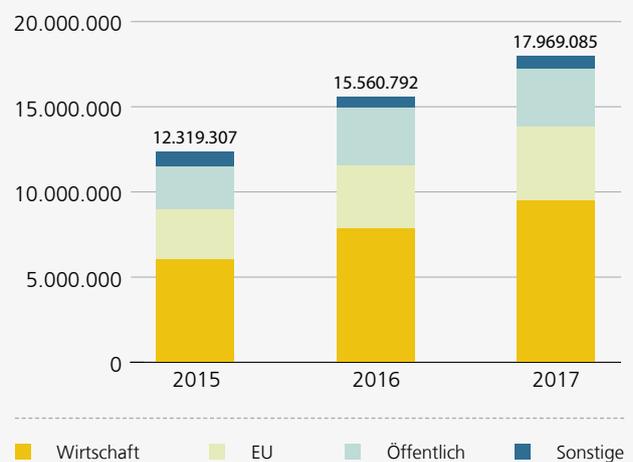
»Die Mitarbeitenden des Fraunhofer IAIS lieben es, zu lernen. Darum sind Lern- und Entwicklungsangebote wichtig und werden von allen geschätzt. Die Personalentwicklung des Fraunhofer IAIS bietet maßgeschneiderte Lösungen: Von Einführung neuer Mitarbeitender, über Mentoring on the job und Coaching, bis hin zu Trainings. Wenn Mitarbeitende sich nach ihren Wünschen entwickeln können, profitiert das ganze Institut.«



**18,57 Mio. €**  
Betriebshaushalt im Jahr 2017



**17,97 Mio. €**  
Ertrag im Jahr 2017



# DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 25 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,3 Milliarden Euro. Davon fallen knapp 2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale

Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

## KOMPETENZEN BÜNDELN

Das Fraunhofer IAIS ist in Fraunhofer-Verbänden, -Allianzen und -Exzellenzclustern aktiv. Fraunhofer-Institute oder -Abteilungen mit unterschiedlichen Kompetenzen kooperieren in Allianzen, um ein Geschäftsfeld gemeinsam zu bearbeiten und zu vermarkten. Fachlich verwandte Institute organisieren sich in Forschungsverbänden und treten gemeinsam am FuE-Markt auf.

### Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie

Der Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie ist mit aktuell 21 Mitgliedsinstituten branchenübergreifender Ansprechpartner für Unternehmen und Anwender im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie, kennt die Märkte, bietet Know-how, Experten und modernste Technologie, um Unternehmen bei der Bewältigung ihrer Herausforderungen zu unterstützen.

### Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz

In der Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz bündeln mehr als 30 Institute ihre branchenübergreifende Expertise. 2014 durch das Fraunhofer IAIS gegründet, lautet die Mission der Allianz seither, Unternehmen auf ihrem Weg zur »data-driven Company« zu begleiten. Die Fraunhofer-Experten unterstützen Unternehmen bei der Umsetzung von Big-Data-Strategien, entwickeln Software und datenschutzgerechte Systeme für Big Data und bilden Fach- und Führungskräfte zu »Data Scientists« aus.

### Fraunhofer-Allianz Vision

Die Fraunhofer-Allianz Vision bündelt das Know-how der Fraunhofer-Institute im Bereich des maschinellen Sehens, der Bildverarbeitung und der optischen Mess- und Prüftechnik. Die Kooperation im Netzwerk ermöglicht, Markterfordernisse frühzeitig zu erkennen und technologische Herausforderungen gemeinsam anzugehen. Mit der Ausrichtung auf die angewandte Forschung wird die gemeinsame Zielsetzung verfolgt, neue Entwicklungen unter industriellen Bedingungen einsetzbar zu machen.

### Fraunhofer-Cluster of Excellence

#### »Cognitive Internet Technologies CCIT«

Mit dem Forschungscluster CCIT arbeitet die Fraunhofer-Gesellschaft an zentralen Schlüsseltechnologien für das kognitive Internet. Mit der Kompetenz von drei Forschungszentren, bestehend aus insgesamt 13 Fraunhofer-Instituten, erforscht und entwickelt das Forschungs-Cluster kognitive Technologien für das industrielle Internet. Das CCIT gliedert sich in die drei Forschungszentren IoT-COMMS, Data Spaces und Maschinelles Lernen, letzteres unter der Leitung des Fraunhofer IAIS.

### Kuratorium des Fraunhofer IAIS

#### Vorsitz

Peter T. Sany, bluepeaq Consulting LLC, Vorsitzender  
Norbert Daut, arvato Systems GmbH, stv. Vorsitzender

#### Mitglieder des Kuratoriums

Susanne Alfs, acovyvis; Jürgen Büssow, Regierungspräsident a. D.; Prof. (em.) Dr. Armin B. Cremers, Bonn-Aachen International Center for Information Technology (b-it); Dr. Simone Emmelius, ZDFneo; Prof. Dr. Thorsten Herfet, Universität des Saarlandes; Stefan Huthmacher, Comma Soft AG; MinR Dr. Alexander Tettenborn, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Dr. Stefan Wess, Empolis Information Management GmbH

# WISSENSCHAFTLICHE LEISTUNGEN

Unsere wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind in der internationalen Scientific Community durch erstklassige Publikationen und Dissertationen sichtbar. Eine Auswahl an Publikationen finden Sie hier, die vollständige Liste sowie die Fülle unserer wissenschaftlichen Aktivitäten gibt es auf den Websites des Fraunhofer IAIS.

**Alfeld, Matthias; Wahabzada, Mirwaes; Bauckhage, Christian; Kersting, Kristian; Snickt, Geert van der; Noble, Petria; Janssens, Koen; Wellenreuther, Gerd; Falkenberg, Gerald:** *Simplex Volume Maximization (SiVM): A Matrix Factorization Algorithm with Non-negative Constraints and Low Computing Demands for the Interpretation of Full Spectral X-ray Fluorescence Imaging Data.* In: *Microchemical Journal* Vol.132 (2017), S.179-184.

**Andrienko, Gennady; Andrienko, Natalia; Budziak, Guido; Dykes, Jason; Fuchs, Georg; Landesberger, Tatiana von; Weber, Hendrik:** *Visual Analysis of Pressure in Football.* In: *Data Mining and Knowledge Discovery* Vol.31 (2017), Nr.6, S.1793-1839.

**Andrienko, Natalia; Andrienko, Gennady; Fuchs, Georg; Jankowski, Piotr:** *Scalable and Privacy-respectful Interactive Discovery of Place Semantics from Human Mobility Traces.* In: *Information Visualization* Vol.15 (2016), Nr.2, S.117-153.

**Bauckhage, Christian; Brito, Eduardo; Cvejovski, Kostadin; Ojeda, César; Sifa, Rafet; Wrobel, Stefan:** *Ising Models for Binary Clustering via Adiabatic Quantum Computing.* In: *Proc. 11th International Conference on Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition (EMMCVPR 2017), Lecture Notes in Computer Science* Vol.10746, S.3-17.

**Bauckhage, Christian; Kersting, Kristian:** *Collective attention on the Web.* In: *Foundations and Trends in Web Science* Vol. 5, Number1-2 (2016), S. 1-136

**Dubey, Mohnish; Dasgupta, Sourish; Sharma, Ankit; Höffner, Konrad; Lehmann, Jens:** *AskNow: A Framework for Natural Language Query Formalization in SPARQL.* In: *Proc. 13th European Semantic Web Conference (ESWC 2016), Lecture Notes in Computer Science* Vol.9678, S.300-316.

**Grangel-González, Irlán; Halilaj, Lavdim; Coskun, Gökhan; Auer, Sören; Collarana, Diego; Hoffmeister, Michael:** *Towards a Semantic Administrative Shell for Industry 4.0 Components.* In: *Proc. IEEE 10th International Conference on Semantic Computing (ICSC 2016), S.230-237.*

**Hecker, Dirk; Döbel, Inga; Rüping, Stefan; Schmitz, Velina; Voss, Angi:** *Künstliche Intelligenz und die Potenziale des Maschinellen Lernens für die Industrie.* In: *Wirtschaftsinformatik & Management* Vol.9 (2017), S.26-35.

**Herr, Dominik; Han, Qi; Lohmann, Steffen; Ertl, Thomas:** *Hierarchy-based Projection of High-dimensional Labeled Data to Reduce Visual Clutter.* In: *Computers & Graphics, Vol.62* (2017), S.28-40.

**Kamp, Michael; Bothe, Sebastian; Boley, Mario; Mock, Michael:** *Communication-Efficient Distributed Online Learning with Kernels.* In: *Proc. Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases (ECML PKDD 2016), Lecture Notes in Computer Science* Vol.9852, S.805-819.

**Kumar, Ashwini Jaya; Schmidt, Christoph; Koehler, Joachim:** *A Knowledge Graph Based Speech Interface for Question Answering Systems.* In: *Speech Communication* Vol.92 (2017), S.1-12.

**Leimbach, Thorsten; Jost, Beate; Börding, Josef; Petersen, Ulrike; Zay, Elena; Erdmann, Richard:** *Roberta Grundlagen, Lernen mit Robotern* (2017), 293 S.

**Maroy, Wouter; Dimou, Anastasia; Kontokostas, Dimitris; Meester, Ben de; Verborgh, Ruben; Lehmann, Jens; Mannens, Erik; Hellmann, Sebastian:** *Sustainable Linked Data Generation: The Case of DBpedia.* In: *Proc. 16th International Semantic Web Conference (ISWC 2017), Lecture Notes in Computer Science* Vol.10588, S.297-313.

**Ojeda, César; Cvejovski, Kostadin; Sifa, Rafet; Bauckhage, Christian:** *Inverse Dynamical Inheritance in Stack Exchange Taxonomies.* In: *Proc. 11th International Conference on Web and Social Media (ICWSM 2017), S.644-647.*

**Pullmann, Jaroslav; Petersen, Niklas; Mader, Christian; Lohmann, Steffen; Kemény, Zsolt:** *Ontology-based Information Modelling in the Industrial Data Space.* In: *Proc. 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2017), 8 S.*

**Ramamurthy, Rajkumar; Bauckhage, Christian; Sifa, Rafet, Wrobel, Stefan:** *Policy Learning Using SPSA. In: Proc. International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN 2018), Lecture Notes in Computer Science Vol. 11141, S. 3-12.*

**Schücker, Jannis; Goedeke, Sven; Helias, Moritz:** *Optimal Sequence Memory in Driven Random Networks. In: Physical Review X, Vol. 8, Nr. 4 (2018), S. 041029.*

**Sifa, Rafet; Bauckhage, Christian:** *Online k-Maxoids Clustering. In: Proc. 4th IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA 2017), S.667-675.*

**Sifa, Rafet; Paurat, Daniel; Trabold, Daniel; Bauckhage, Christian:** *Simple Recurrent Neural Networks for Support Vector Machine Training. In: Proc. International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN 2018), Lecture Notes in Computer Science Vol. 11141, S. 13-22.*

**Surmann, Hartmut; Berninger, Nils; Worst, Rainer:** *3D Mapping for Multi Hybrid Robot Cooperation. In: Proc. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2017), S.626-633.*

**Trivedi, Priyansh; Maheshwari, Gaurav; Dubey, Mohnish; Lehmann, Jens:** *LC-QuAD: A Corpus for Complex Question Answering over Knowledge Graphs. In: Proc. 16th International Semantic Web Conference (ISWC 2017), Lecture Notes in Computer Science Vol.10588, S.210-218.*

**Ullrich, Katrin; Kamp, Michael; Gärtner, Thomas; Vogt, Martin; Wrobel, Stefan:** *Co-Regularised Support Vector Regression, In: Proc. Joint Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases (ECML PKDD 2017), Lecture Notes in Computer Science Vol.10535, S.338-354.*

**Wirtz, Tim; Kieburg, Mario; Guhr, Thomas:** *Asymptotic Coincidence of the Statistics for Degenerate and Non-degenerate Correlated Real Wishart Ensembles. In: Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical Vol.50, Nr.23, 30 S.*

## ALLE AKTIVITÄTEN IM WEB



**Publikationen/Abschlussarbeiten**  
[www.iais.fraunhofer.de/publikationen](http://www.iais.fraunhofer.de/publikationen)



**Lehrtätigkeiten**  
[www.iais.fraunhofer.de/lehre](http://www.iais.fraunhofer.de/lehre)



**Ehrungen und Preise**  
[www.iais.fraunhofer.de/auszeichnungen](http://www.iais.fraunhofer.de/auszeichnungen)



**Mitarbeit an Tagungen und Konferenzen**  
[www.iais.fraunhofer.de/tagungen](http://www.iais.fraunhofer.de/tagungen)



**Fachvorträge**  
[www.iais.fraunhofer.de/fachvortraege](http://www.iais.fraunhofer.de/fachvortraege)



**Mitarbeit in Gremien und Organisationen**  
[www.iais.fraunhofer.de/gremien](http://www.iais.fraunhofer.de/gremien)

# IMPRESSUM

## REDAKTION

Elena Zay M.A.  
Katrin Berkler M.A.  
Elke Finke  
Silke Loh M.A.  
Julian Neitzert

## GESTALTUNG

Svenja Niehues  
Achim Kapusta  
Maximilian Waidhas

## BILDNACHWEISE

Titelseite oben — © Christian Jung/Fotolia.com  
Titelseite unten — © PeopleImages/iStock.com

Alle Portraitfotos — © Fraunhofer IAIS

Seite 32-33

© v. l. n. r. David Ausserhofer, Kurt Fuchs,  
Fraunhofer IAIS, Stefan Hoederath/Google,  
Screenshot [www.faz.net](http://www.faz.net) (Stand: Dez 2018),  
Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie/Tom Maelsa,  
Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie,  
Fraunhofer IAIS/Elena Zay

## DRUCK

Warlich Druck GmbH, Meckenheim  
[www.warlich-mediengruppe.de](http://www.warlich-mediengruppe.de)

## ANSCHRIFT DER REDAKTION

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse-  
und Informationssysteme IAIS  
Schloss Birlinghoven  
53757 Sankt Augustin  
Telefon 02241 14-2252  
Fax 02241 14-4-2252  
[pr@iais.fraunhofer.de](mailto:pr@iais.fraunhofer.de)  
[www.iais.fraunhofer.de](http://www.iais.fraunhofer.de)

© Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und  
Informationssysteme IAIS, Sankt Augustin, 2018



