



**HIGHLIGHTS**  
**2016**  
JAHRESBERICHT

Die Onlineversion des Jahresberichts sowie Informationen zu »Lehrtätigkeiten | Habilitationen Dissertationen | Masterarbeiten« unter:



[www.iis.fraunhofer.de/jb2016](http://www.iis.fraunhofer.de/jb2016)



**Hinweis auf weitere Informationen zum Thema**



**Hinweis auf Multimedia-Inhalte**



**Hinweis auf Augmented Reality**

Viel Neues zu entdecken gibt es nicht nur auf den gedruckten Seiten unseres Jahresberichts, sondern auch parallel auf Ihrem Smartphone oder Tablet:

- 1 | Laden Sie sich die kostenlose Wikitude-App für Android oder iOS im jeweiligen App Store herunter.



- 2 | Öffnen Sie die Wikitude-App auf Ihrem Endgerät und geben Sie den Code **fraunhoferiis** in das Suchfeld der App ein.
- 3 | Halten Sie Ihr Endgerät auf Bilder, die mit dem AR+-Symbol versehen sind. Die Inhalte werden automatisch angezeigt.

**Probieren Sie es doch gleich auf dem Titelbild aus!**

## FRAUNHOFER IIS

Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen ist eine weltweit führende anwendungsorientierte Forschungseinrichtung für mikroelektronische und informationstechnische Systemlösungen und Dienstleistungen. Es ist heute das größte Institut der Fraunhofer-Gesellschaft. Unter anderem mit der maßgeblichen Beteiligung an der Entwicklung der Audiocodiervorgänge mp3 und MPEG AAC ist das Fraunhofer IIS weltweit bekannt geworden.

### Titelbild

*Der Blick in die Erde:  
3D-Computertomographie-  
Aufnahme einer Kartoffel-  
pflanze. Warum wir Pflanzen mit  
zerstörungsfreien Monitoring-  
Technologien analysieren, er-  
fahren Sie im Highlightthema  
»Ertragreiche Pflanzen erkennen  
und nutzen«.*

**HIGHLIGHTS**  
**2016**  
JAHRESBERICHT

Die Institutsleiter Prof. Dr. Albert Heuberger (r.) und Dr. Bernhard Grill.



# »EINZELNE PRODUKTE SIND NICHT MEHR IM FOKUS.«

Stellen Sie sich Ihren Alltag ohne Smartphone vor. Ohne E-Mails, ohne die schnellen Einkäufe im Internet. Schwer? Das dürfte den meisten Menschen so gehen: Die Digitalisierung ist aus unserer Gesellschaft kaum noch wegzudenken. Und sie wird noch weitergehen. Welche Trends hier auszumachen sind und was wir in diesem Kontext leisten können, erläutern die beiden Institutsleiter Prof. Dr. Albert Heuberger und Dr. Bernhard Grill im Gespräch mit der Redaktion.

**Herr Professor Heuberger, bevor wir auf die Digitalisierung zu sprechen kommen, zunächst einmal eine Frage »in eigener Sache«. Bis November 2016 haben Sie das Institut allein geleitet, nun steht Ihnen Dr. Bernhard Grill als zweiter Institutsleiter zur Seite. Wie kam es dazu?**

**Albert Heuberger:** Geplant war dieser Schritt schon lange. Denn mit über 900 Mitarbeitenden sind wir das größte Institut der Fraunhofer-Gesellschaft. Diese Größe macht es naheliegend, die Verantwortung auf mehreren Schultern zu verteilen. Es gibt viele Entscheidungen und vor allem auch Entscheidungen mit großer Tragweite zu treffen. Bisher habe ich diese auch in Abstimmung mit unserem Leitungsteam getroffen. Und da ist es gut, wenn ich das gemeinsam mit einem Institutsleiter-Kollegen tun kann. Und nicht zuletzt hat ein Institutsleiter zahlreiche Verpflichtungen, so muss er unter anderem in der Politik, im Vorstand und in verschiedenen Gremien präsent sein. Wollen wir als Fraunhofer IIS eine entsprechende Außenwirkung erzielen, brauchen wir mehr Personen an der Spitze.

In der Leitungsverantwortung sind die Aufgaben klar verteilt: Dr. Bernhard Grill ist für den Bereich Audio und Medientechnologien zuständig, während ich die restlichen Bereiche und die Verwaltung abdecke. Entscheidungen, die das gesamte Institut betreffen, treffen wir gemeinsam.

**Worauf kommt es bei der Zielsetzung für ein Institut wie das Fraunhofer IIS an?**

**Albert Heuberger:** Als Forschungsinstitut müssen wir uns

immer wieder neu erfinden, frische Ideen angehen und den Herausforderungen von Gegenwart und Zukunft begegnen. Eine der größten gesellschaftlichen Veränderungen derzeit ist mit Sicherheit die Digitalisierung. Es ist eine Binsenweisheit, dass die Digitalisierung in allen Lebensbereichen Einzug erhält. Nehmen wir den privaten Bereich: Auf dem Smartphone hören wir digitale Musik, halten schöne Momente in digitalen Schnappschüssen fest, kommunizieren auf digitale Weise mit Geschäftspartnern, Freunden und Familie. In unserer Informationsgesellschaft gibt es einen Trend weg vom Analogen, hin zum Digitalen.

**»VERSCHLAFEN DIE DEUTSCHEN FIRMEN DIE DIGITALISIERUNG, KÖNNEN SIE AUF DAUER NICHT MEHR KONKURRENZFÄHIG SEIN.«**

Dieser Wandel steht ebenfalls in der Industrie an – auch wenn er sich hier wesentlich langsamer vollzieht. Man spricht dabei von »Digitaler Transformation« oder Industrie 4.0: In ihr sollen die Produktionsanlagen intelligent werden, miteinander kommunizieren, und die Fertigung somit effizienter und flexibler werden lassen.

**Woran liegt es, dass der Wandel hin zur Digitalisierung in der Industrie nicht ähnlich rasant verläuft wie im privaten Bereich?**

**Albert Heuberger:** Dafür gibt es unterschiedliche Gründe. Meist hapert es daran, dass der wirtschaftliche Nutzen für die verantwortlichen Manager nicht auf den ersten Blick





erkennbar ist. Es ist daher durchaus verständlich, dass die Unternehmen zunächst zurückhaltend reagieren. Schließlich möchte niemand einen vernünftig gut laufenden oder gar florierenden Zweig abschneiden. Anders gesagt: Der Nutzen eines neuen Geschäftsmodells muss erst einmal verstanden und auch in Zahlen abbildbar sein. Doch die Zeit drängt: Verschlafen die deutschen Firmen die Digitalisierung, können sie auf Dauer nicht mehr konkurrenzfähig sein.

Hier haken wir ein: Gemeinsam mit unseren Kunden treiben wir die Entwicklung der nötigen Basistechnologien weiter voran und realisieren neue Anwendungsbeispiele. Dabei decken wir die gesamte Kette von der Basistechnologie bis hin zur Anwendung ab. Wir berücksichtigen zum einen die technologischen Fragestellungen. Zum anderen betrachten wir die betriebswirtschaftlichen Aspekte. In unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS erforschen wir unter anderem, welche neuen Geschäftsmodelle die Digitalisierung mit sich bringt und wie eine erfolgreiche Transformation in den Unternehmen gelingen kann. Der Trend geht dabei zur Systeminnovation – einzelne Produkte sind nicht mehr im Fokus. Bis dato ist jedoch noch nicht klar, welche Modelle sich durchsetzen. Denn das Interessante an Revolutionen ist ja, dass sie oftmals unerwartet kommen.

### »DIE DIGITALISIERUNG IN DER PRODUKTION UND DIE NEUEN SERVICES UND GESCHÄFTSMODELLE WERDEN SICH DURCHSETZEN WIE DAS AUTOFAHREN.«

**Bernhard Grill:** Sowohl in der Heimautomatisierung als auch in der Fertigung ist die Digitalisierung noch relativ neu. Ich sehe hier eine Analogie zum Autofahren: In den frühen Anfängen haben sich lediglich Technikbegeisterte für diese neomodische Fortbewegung interessiert. Es dauerte seine Zeit, bis sich das Autofahren flächendeckend durchgesetzt

hat. Was die Digitalisierung angeht, so befinden wir uns momentan noch in einem ähnlich frühen Stadium. Doch ich bin mir sicher, dass sich die Digitalisierung in der Produktion und die neuen Services und Geschäftsmodelle, die damit einhergehen, ebenso durchsetzen werden wie das Autofahren. Auch in der Heimautomatisierung sehe ich in puncto Digitalisierung noch viel Potenzial, wenn wir etwa in Richtung der intelligenten Wohnungen denken. Es braucht einfach seine Zeit, bis neue Ideen »Fuß fassen«. Doch bei aller Zurückhaltung dem Neuen gegenüber: Es ist wichtig für Deutschland, hier nicht den Anschluss zu verlieren.

### **Herr Dr. Grill, Sie sind als Institutsleiter für den Bereich Audio und Medientechnologien verantwortlich. Wo sind hier die Haupttrends hinsichtlich der Digitalisierung zu verorten? Wohin geht die Reise?**

**Bernhard Grill:** Den ersten Meilenstein hinsichtlich der Digitalisierung haben wir mit unserem digitalen Musikformat mp3 gelegt. Mittlerweile ist die Bezeichnung mp3 zu einem Gattungsbegriff für digitale Musik geworden, ähnlich wie Tempo oder Tesa. Inzwischen haben wir bereits die fünfte und sechste Nachfolgeneration auf den Markt gebracht.

MPEG-H Audio bringt 3D-Klang ins Fernsehen und erlaubt die Anpassung des TV-Audiomixes durch den Zuschauer. Und mit EVS haben wir einen neuen Kommunikationscodec maßgeblich mitentwickelt, der die Sprachqualität von Handygesprächen deutlich verbessert und zum Beispiel in Deutschland bereits von Vodafone eingesetzt wird. Unser Bereich hat immer die beste Technologie auf dem Gebiet der Audiocodierung geliefert – wir sind in 25 Jahren nie in einem technischen Vergleichstest geschlagen worden. Das ist unser Markenzeichen, das hat uns nach vorn gebracht. Und diesem Markenzeichen werden wir auch weiterhin gerecht werden.



### **Gibt es weitere Bereiche, in denen die Digitalisierung eine Rolle spielt?**

**Albert Heuberger:** Neben Audio und Medientechnologien sind unsere Forschungsarbeiten am Fraunhofer IIS Technologien für Sensorik, Datenübertragungstechnik, intelligente Auswertung von Messdaten und die Ableitung von Schlussfolgerungen – im Sinne von »Business Intelligence« oder »Process Intelligence«. Im weitesten Sinne kann man diese Arbeiten unter dem Begriff »kognitive Sensorik« zusammenfassen.

Erzeugte Messdaten werden zunehmend durch komplexe, maschinenlernbasierte Verfahren ausgewertet und in Schlussfolgerungen und Erkenntnisse umgesetzt. Die Erweiterung unseres bisher vorhandenen Technologie-Portfolios durch kognitive Fähigkeiten hat sich in den letzten Jahren zu einer unserer Kernkompetenzen entwickelt. Derzeit arbeiten mehr als 50 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei uns mit diesen Methoden. In Zukunft werden wir auf diesem Feld noch intensiver tätig werden. Dabei spielt Digitalisierung eine wichtige, ja sogar die zentrale Rolle.

### **Wo kann man diese Entwicklungen sinnvoll einsetzen? Welche Anwendungsgebiete profitieren konkret davon?**

**Albert Heuberger:** Kognitive Sensorik spielt in vielen Bereichen eine Rolle, zum Beispiel bei der Prüfung und Überwachung von Materialien oder Bauteilen, im Bereich der Bildauswertung oder der Erkennung von Emotionen, bei der Analyse von Messdaten in Produktionssystemen, in der Logistik, bei Energienetzen, bei Sensoren für autonomes Fahren und bei vielem mehr. Die Funktion des klassischen »intelligenten« Sensors wird um eine kognitive Komponente erweitert.

Durch die Digitalisierung lassen sich unzählige neue Felder und Potenziale erschließen. Mit unserer Entwicklungsarbeit

leisten wir unseren Beitrag, diese Potenziale auch zu nutzen – zum Vorteil für Wirtschaft und Gesellschaft.

### **Herr Professor Heuberger, Herr Dr. Grill, vielen Dank für das Gespräch.**

 [www.iis.fraunhofer.de/digitalisierung](http://www.iis.fraunhofer.de/digitalisierung)

# INHALT



## 9 ERTRAGREICHE PFLANZEN ERKENNEN UND NUTZEN

Pflanzenanalyse in Zeiten des Klimawandels

14 ValuCT kommt auf den Markt | Effizientes Recycling mit Röntgentechnik | Neues Know-how durch Magnetresonanz

## 17 DIE TON-REVOLUTION IM FERNSEHEN

Individuell einstellbarer Ton mit MPEG-H

22 Klang für virtuelle Welten | Facettenauge nutzt Lichtfeldtechnologie | Prüfen – automatisch wandeln – prüfen | Ausgezeichnete Digitalradiotechnologien | Weltweite Verbreitung von EVS | Neue Aufgabe

## 27 SATELLITENKOMMUNIKATION DER ZUKUNFT

Effizienter, flexibler und stabiler kommunizieren

32 Bereit für künftige Kommunikationsstandards | Sicher geführt von Tür zu Tür

## 35 SMARTE DATEN – DIE ZUKUNFT DER LOGISTIK

Wie wird sich die Logistik entwickeln?

40 Die Zahnbürste, die mitdenkt und anleitet | Das digitale Dorf | Waschraumhygiene 4.0 | Wir zeigen, wo der Schuh drückt! | Frank und frei im Fraunhofer-Holodeck | Mehr Effizienz und Sicherheit im Lager

44 Bessere 3D-Chips für Ultra-HD-Kameras | Intelligente Darmkrebsuntersuchung | Hightech-Pflegebett gegen Dekubitus

46 In Kürze

52 Zahlen | Daten | Fakten

62 Impressum



# ERTRAGREICHE PFLANZEN ERKENNEN UND NUTZEN

Die Folgen des Klimawandels sind äußerst vielschichtig und treffen Entwicklungsländer besonders stark. Steigende Temperaturen haben beispielsweise zur Folge, dass Regionen unbewohnbar werden und Menschen vom überlebenswichtigen Zugang zu Trinkwasser abgeschnitten werden. Aber auch wohlhabendere Länder bleiben von den Folgen des Klimawandels nicht verschont und werden zum Umdenken gezwungen – insbesondere in der Landwirtschaft. Pflanzen können sich auf die Auswirkungen des Klimawandels nicht schnell genug einstellen, sodass vor allem solche Sorten gezüchtet werden müssen, die sich besonders gut an die vorherrschenden Bedingungen angepasst haben. In unserem Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT beschäftigen wir uns deshalb mit zerstörungsfreiem Monitoring und der Analyse von Pflanzen.

Viele Pflanzensorten, wie etwa Kartoffeln, Weizen, Reis oder auch Maniok, kommen nur schwer mit den sich ändernden klimatischen Verhältnissen in der Welt zurecht. Um den wandelnden Bedingungen angemessen zu begegnen, analysieren wir, wie Pflanzensorten auf diese Umwelteinflüsse reagieren. Die sogenannte Phänotypisierung ist eine Möglichkeit, um Pflanzen zu identifizieren, die z. B. auch bei hohen Temperaturen ausreichend Ertrag liefern.

## Realitätsnahe Umgebung für Pflanzenanalyse

»Prinzipiell ist es möglich, Pflanzensorten mittels einer Sichtprüfung auf dem Feld zu bewerten. Dieses Vorgehen ist allerdings subjektiv geprägt und dadurch ungenau. Wenn

### « Phänotypisierung

Die Phänotypisierung ist die Vermessung und Quantifizierung von Pflanzeigenschaften mittels unterschiedlicher Sensoren.

## AUF EINEN BLICK

- 1 | Zerstörungsfreie Monitoring-Systeme ermöglichen die Phänotypisierung unterschiedlicher Pflanzen.
- 2 | Mit unseren Systemen können wir Pflanzen in fünf bis sieben Minuten vollständig tomographieren.
- 3 | In einem Gewächshaus und mehreren Klimakammern können wir Umweltbedingungen realitätsnah simulieren.

1 Im Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT werden Pflanzenreihen in einem 3D-Computertomographen analysiert.





2 Klimakammer zur Simulation  
verschiedener klimatischer Bedin-  
gungen.

eine Person Hunderte Pflanzen nacheinander mit Schulnoten bewerten würde, ist zwar eine Tendenz erkennbar, das Ergebnis wird allerdings immer variieren. Deshalb setzen wir zerstörungsfreie Monitoring-Systeme ein«, erklärt Oliver Scholz, Leiter der Gruppe Systeme am Entwicklungszentrum Röntgentechnik. Um aussagekräftige Daten zu erhalten, beobachten wir Versuchsreihen von Dutzenden Pflanzen. Hierfür stehen an unserem Standort Fürth ein Gewächshaus sowie mehrere Klimakammern zur Verfügung, in denen definierte klimatische Bedingungen realitätsnah simuliert werden können.

#### Identifikation von ertragreichen Pflanzen

Pflanzen bestehen aus ober- und unterirdischen Organen. Wichtige Indikatoren, die das Wohlbefinden und die Fruchtbarkeit einer Pflanze widerspiegeln, liegen über der Erdoberfläche. Insbesondere ihre Blätter, die »Solarpanels einer Pflanze«, liefern wertvolle Informationen. Um die Blätter und deren Entwicklung zu beobachten, eignen sich optische Monitoring-Technologien wie beispielsweise das 3D-Laserlichtschnittverfahren.

»BLATTGRÖSSE UND -FLÄCHE, NEIGUNG  
ODER AUCH BIEGUNG KÖNNEN WIR DIREKT  
ABLESEN UND PRÄZISE ANALYSIEREN.«

»Mit unserem 3D-Planzenscanner nehmen wir im Wesentlichen dreidimensionale Fotografien einer Pflanze auf. Hierbei projiziert ein Lichtschnittlaser eine schmale Linie auf die Blattoberfläche. Während diese Linie das Blatt abfährt, zeichnet eine Kamera die Verschiebung der Linie auf. So werden in nur wenigen Sekunden Millionen von 3D-Koordinaten aufgezeichnet, die die Oberfläche des Blattes beschreiben«, erklärt Scholz.

Nachdem es sich um größere Versuchsreihen von Pflanzen handelt, die über einen längeren Zeitraum beobachtet werden, fallen bei diesem Vorgehen große Mengen an Koordinatendaten an. Um die Daten der einzelnen Blätter der Pflanzen miteinander vergleichen zu können, haben wir eine spezielle Software entwickelt, die wesentliche Parameter eines Blattes in einem aufwendigen Verfahren errechnet und diese in erheblich kleineren Datenpaketen bereitstellt. So lassen sich beispielsweise Blattgröße und -fläche, Neigung oder auch Biegung direkt ablesen und präzise analysieren. Biologinnen und Biologen nutzen diese phänotypischen Daten, um sie mit mikrobiologischem Wissen zu verknüpfen. So ist man in der Lage, den biologischen Mechanismus zu identifizieren, der dieser Pflanzensorte erlaubt, unter extremen Bedingungen dennoch zu gedeihen und ausreichend Ertrag zu liefern.

#### Der unterirdische Röntgenblick – 3D-CT in wenigen Minuten

Auch unter der Erde befinden sich Pflanzenteile, wie beispielsweise Wurzelstrukturen oder Fruchtstände, die bedeutende Informationen, wie z. B. ihre Biomasse, in sich bergen. Optische Monitoring-Technologien stoßen hier allerdings an ihre Grenzen: Aus diesem Grund machen wir uns Röntgenlicht zunutze.

Röntgenbildgebung und -mikroskopie haben sich in den vergangenen Jahrzehnten enorm weiterentwickelt. Selbst große Prüfobjekte aus Stahl oder anderer metallischer Zusammensetzung lassen sich problemlos untersuchen. Winzige Materialfehler, beispielsweise in Alufelgen oder Zylinderkopfgehäusen, sind mit heutigen Systemen eindeutig erkennbar und klassifizierbar. Forschende, die sich mit der Phänotypisierung beschäftigen, sehen sich allerdings mit ganz anderen Herausforderungen konfrontiert. »Anders als bei vielen Industrie- und Laboranwendungen kommt es bei der Phänotypisierung nicht in erster Linie auf gestochen scharfe Bildqualität an. Unser limitierender Faktor ist die Aufnahmedauer«, erklärt Dr. Stefan Gerth, Leiter der Gruppe Innovatives Systemdesign. »Mit eigens entwickelten Laborsystemen streben wir einen Kompromiss aus aussagekräftigen Bilddaten sowie einer stark verkürzten Messdauer an«, ergänzt Gerth.

Die Dauer der Messung ist deshalb wichtig, weil für gewöhnlich eine ganze Reihe von Pflanzen vermessen wird. Längere Messzeiten sind zum einen nicht wirtschaftlich realisierbar. Zum anderen wird die Pflanze durch einen langen Aufenthalt in einer Röntgenanlage aus

#### LASERLICHTSCHNITT

Ein Laser mit einer speziellen Aufweitungsoptik projiziert eine Lichtlinie auf die Oberfläche des zu erfassenden Objekts. Die Lichtlinie folgt dabei der Kontur der Oberfläche, sodass die Kurvenform dem Höhenverlauf der Oberfläche entspricht. Durch eine Auswertung der Position der Lichtlinie während der Bewegung des Objekts wird die Oberfläche komplett vermessen und zu einem 3D-Datensatz zusammengefasst. Für eine vollständige Rundumansicht werden mehrere Lichtschnittsensoren kombiniert. Zur Auswertung wird diese Information über die Objektoberfläche einer Bildverarbeitung zugeführt.







3 Röntgenlicht ermöglicht den Blick in die Erde: Kartoffelknollen in unterschiedlichen Wachstumsphasen.

4 Eine Software errechnet die wesentlichen Parameter eines Blattes.

ihrem gewohnten klimatischen Umfeld »gerissen«, was die Aussagekraft der Ergebnisse erheblich beeinflusst. Deshalb optimieren wir am Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT unsere Röntgensysteme dahingehend, dass sie in der Lage sind, Pflanzen in rund fünf bis sieben Minuten vollständig zu tomographieren. Neben speziell abgestimmten Hardwarekomponenten spielt auch die eingesetzte Software eine zentrale Rolle. Bedingt durch die kurze Aufnahmezeit ist das Quellmaterial verrauscht und somit nur schwer zu verarbeiten. Intelligente Algorithmen kompensieren diesen Umstand weitgehend und sind so in der Lage, die Pflanzenorgane vollautomatisch von der überflüssigen Erde zu trennen.

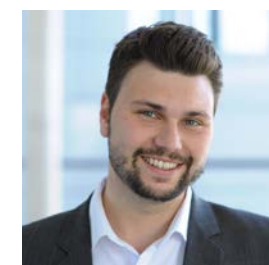
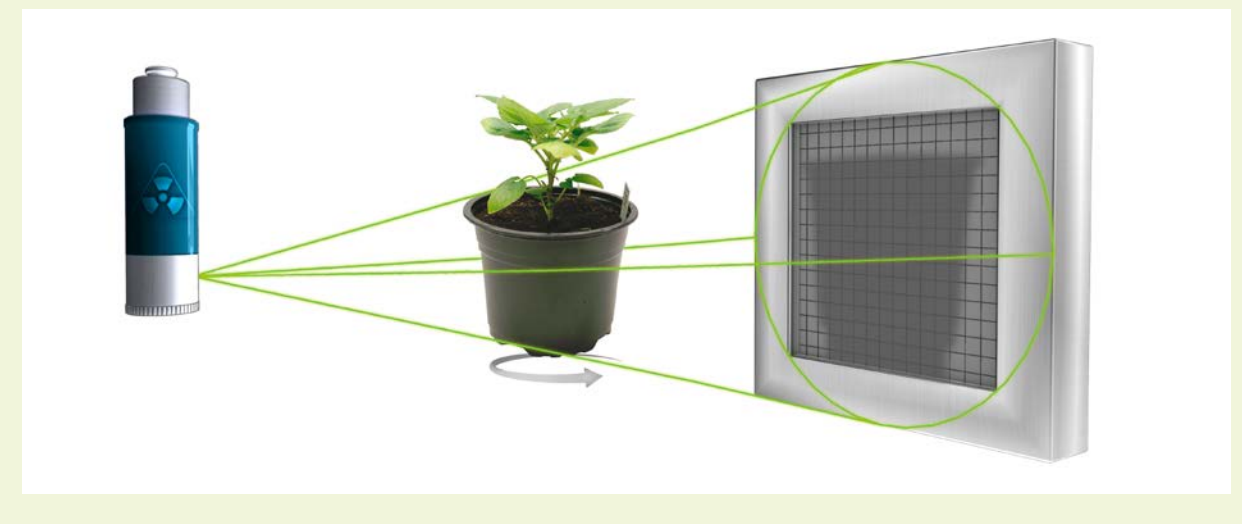
Im darauf folgenden Verarbeitungsschritt ermittelt die automatische Software sowohl das Aspektverhältnis der Frucht- und Wurzelstrukturen als auch das Gewicht der Pflanzenorgane. »Um belastbare Aussagen treffen zu können, beobachten wir die Messreihen über mehrere Wochen und Monate hinweg. Anhand eines Diagramms im Zeitverlauf können wir nach Ende des Experiments bestimmen, wie sich das unterirdische Wachstum der Pflanzen entwickelt hat«, erklärt Joelle Claußen, die bereits Tausende Pflanzen am Entwicklungszentrum Röntgentechnik vermessen hat. »Obwohl wir mit unseren Versuchsreihen eine außerordentlich hohe Trefferquote erreichen, können reale Umwelteinflüsse nie zu 100 Prozent durch eine Gewächshausumgebung simuliert werden. Aus diesem Grund verifizieren Biologen die Forschungsergebnisse nochmals unter Realbedingungen«, sagt Claußen.

Mit der Unterstützung nationaler und internationaler Partner aus Wirtschaft und Forschung sind wir zuversichtlich, das wir mit zerstörungsfreien Monitoring-Systemen einen Beitrag leisten, um den Folgen des Klimawandels angemessen zu begegnen. ■



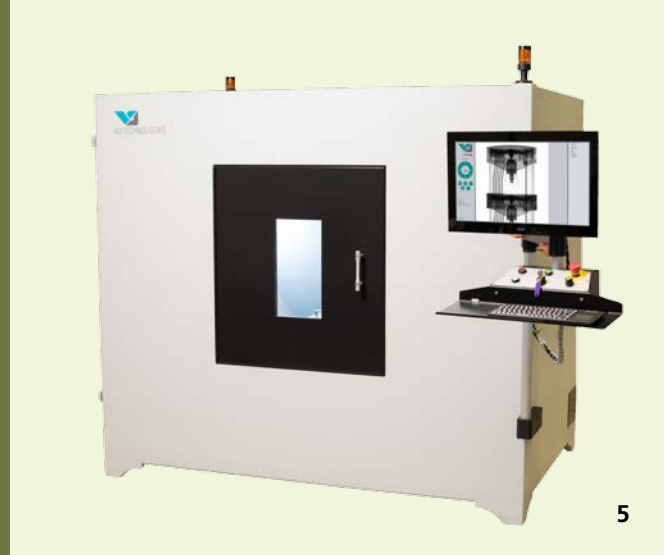
## DAS PRINZIP DER 3D-COMPUTERTOMOGRAPHIE

Bei der dreidimensionalen Computertomographie (CT) werden aus unterschiedlichen Richtungen mehrere Röntgenbilder, sogenannte Projektionen, erzeugt. Anders als bei CT-Geräten im medizinischen Bereich wird das Objekt bei industriellen CT-Systemen häufig auf einem Drehteller fixiert und zwischen der Röntgenröhre und dem Detektor platziert. Während der Rotation des Objekts um die eigene Achse werden die Projektionen aufgenommen.



### KONTAKT

**Thomas Kondziolka**  
 Bereich Fraunhofer-Entwicklungszentrum  
 Röntgentechnik EZRT  
 Telefon +49 911 58061-7611  
[thomas.kondziolka@iis.fraunhofer.de](mailto:thomas.kondziolka@iis.fraunhofer.de)



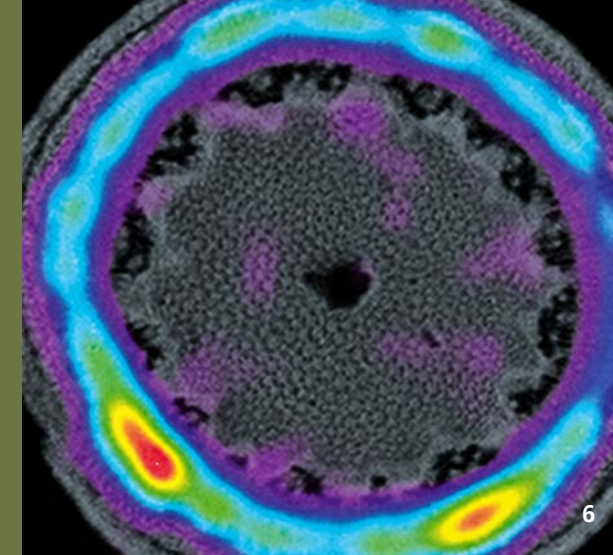
5

## ValuCT KOMMT AUF DEN MARKT

Preisgünstiges Röntgensystem erstellt zwei- oder dreidimensionale Röntgenaufnahmen auf Knopfdruck.

Auf der World Conference on Non-Destructive Testing haben wir gemeinsam mit dem Projektpartner VJ Technologies das neue Röntgensystem ValuCT vorgestellt. Das preisgünstige One-Click-Computertomographie-System erstellt zwei- oder dreidimensionale Röntgenaufnahmen mit nur einem Knopfdruck – ohne jegliches Vorwissen der Anwendenden und senkt so die Kosten für Weiterbildung und Betrieb. Die Bedienoberfläche bietet Einflussmöglichkeiten in Form von voreingestellten Programmen, ohne mit komplizierten Optionen zu überfordern. Die ValuCT erstellt so Aufnahmen mit optimal auf das Prüfobjekt angepassten Parametern und rekonstruiert aus Hunderten Einzelbildern ein 3D-Modell. Das System eignet sich für sämtliche Einsatzmöglichkeiten moderner Röntgentechnik – vom Reverse Engineering über die präzise Fehlerortung bis hin zur Messtechnik. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen der produzierenden Industrie profitieren von der neuartigen Anlage: »Wir haben das System in unserem Labor umfangreichen Tests unterzogen. Leicht durchstrahlbare Bauteile aus carbonfaserverstärktem Kunststoff oder Aluminium, wie sie oft im Automobilbau vorkommen, dienten als Probekörper. Sowohl die Prüfergebnisse als auch die Datenqualität waren stets auf einem hohen Niveau«, berichtet Markus Eberhorn, Leiter der Gruppe Vorentwicklung. Aufgrund unterschiedlicher Marktbedürfnisse wird die ValuCT in zwei Varianten vertrieben: Zum einen in der Basis-Ausstattung, die insbesondere auf dem asiatischen Markt Abnehmer finden soll. Zum anderen in einer Premium-Ausstattung mit erweitertem Funktionsumfang für den europäischen und amerikanischen Markt. Das Premium-Modell wird in Europa von der Firma Erhardt + Abt Automatisierungstechnik vertrieben.

5 Das System erstellt zwei- oder dreidimensionale Röntgenaufnahmen mit nur einem Knopfdruck – ohne weiteres Vorwissen der Anwendenden.



6

## EFFIZIENTES RECYCLING MIT RÖNTGENTECHNIK

Neue Gruppe erforscht Dual-Energy-Röntgenmethoden für Sortierung und Recycling.

Die Sortierung und Identifizierung von Rohstoffen und Materialien spielt eine immer wichtigere Rolle. Insbesondere auf dem Gebiet des Recyclings sehen sich Unternehmen mit unzureichend oder gar nicht gelösten Problemen konfrontiert. Deshalb erforschen wir am Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT bereits seit Jahren Verfahren für die effiziente Materialsortierung mittels Röntgenlicht. Um die Forschungsaktivitäten zu verstärken, wurde im April 2016 die Gruppe Sortier- und Laborsysteme unter Leitung von Alexander Ennen installiert. Dort beschäftigen wir uns in erster Linie mit Dual-Energy- und Mehrenergie-Röntgenverfahren. Diese nutzen unterschiedliche Röntgenspektren und erlauben es, verschiedene Materialien in einem Messobjekt berührungs- und zerstörungsfrei zu bestimmen. Das Verfahren basiert auf dem Umstand, dass jedes Material

über einen spezifischen Absorptionskoeffizienten verfügt und deshalb Röntgenstrahlung, in Abhängigkeit der verwendeten Energie, verschieden stark abschwächt. Der Erkenntnisgewinn für die Materialcharakterisierung und -bestimmung kann damit gegenüber klassischen Radioskopie- und CT-Aufnahmen deutlich gesteigert werden. Unter anderem wurde ein industrieller Bandsortierer mit dieser Technologie realisiert und in Betrieb genommen.

## NEUES KNOW-HOW DURCH MAGNETRESONANZ

Abteilung Magnetresonanz- und Röntgen-Bildgebung erweitert Kompetenzen des Bereichs EZRT.

Zum 1. Januar 2016 wurde das Forschungszentrum Magnetresonanz Bayern e.V. in unseren Bereich Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT eingegliedert. Das zehnköpfige Team um Abteilungsleiter Dr. Karl-Heinz Hiller bildet gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Gruppe Nano-CT-Systeme am Standort Würzburg die Abteilung Magnetresonanz- und Röntgen-Bildgebung.

anzubieten – völlig branchenunabhängig und entlang des gesamten Lebenszyklus von Produkten.

 [www.iis.fraunhofer.de/mrb](http://www.iis.fraunhofer.de/mrb)

Durch den Zugewinn von Know-how auf dem Gebiet der Magnetresonanz- und Magnetpartikel-Bildgebung/-Spektroskopie und die enge Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken sind wir nun in der Lage, für jede Fragestellung des zerstörungsfreien Monitorings eine geeignete Lösung

6 Zuckerverteilung in einer Pflanze als Beispiel für ortsaufgelöste Spektroskopie.





# DIE TON-REVOLUTION IM FERNSEHEN

Zum ersten Mal seit Jahrzehnten wird eine Revolution in Sachen Fernsehton Einzug in die Wohnzimmer halten. Während in der Vergangenheit, abgesehen von der Einführung von 5.1-Surround-Ton, das Fernsehen kaum Audio-Innovationen bot, wird der Klang im TV und Internet individuell und raumfüllend. Dank des neuen Audiocodecs MPEG-H Audio kann das TV- und Internet-Publikum künftig den Ton-Mix individuell anpassen und sogar den 3D-Klang aus dem Kino ins heimische Wohnzimmer holen.

Wir alle kennen die Situationen: Im Krimi vernimmt die Kommissarin einen Verdächtigen bei spannungsgeladener Hintergrundmusik. Leider wird das Gespräch durch die Musik aber schwer verständlich. Bei Sportübertragungen übertönt der Kommentator die Stadionatmosphäre, die wir in manchen Situationen lieber hören würden. Mit diesen und ähnlichen Beschwerden müssen sich Rundfunkanstalten weltweit immer wieder beschäftigen. Zahlreiche Spezialisten in den Fernsehsendern bemühen sich, dem TV-Publikum einen möglichst ausgewogenen Ton-Mix zu liefern. Doch das Publikum ist zu heterogen, als dass ein Mix alle zufriedenstellen könnte. Was bislang fehlt, ist eine Möglichkeit, den Ton individuell anzupassen.

Was ebenso fehlt, ist, die raumfüllende 3D-Klangwelt aus dem Kino in das heimische Wohnzimmer übertragen zu können. Kaum mehr ein Blockbuster flimmert heute noch über die Kinoleinwand ohne natürlichen Ton aus allen Richtungen. Für die Wiedergabe des einhüllenden Raumklangs werden nicht nur Lautsprecher rund um das Publikum, sondern auch an der Decke angebracht, sodass der Klang tatsächlich raumfüllend ist und wie in

## AUF EINEN BLICK

- 1 | MPEG-H Audio ermöglicht es dem TV-Publikum, den Audiomix individuell anzupassen.
- 2 | MPEG-H Audio erlaubt die effiziente Übertragung von einhüllendem 3D-Klang.
- 3 | MPEG-H Audio ist das erste neue Audiosystem, das in einem terrestrischen 4K-TV-System genutzt werden wird.

1 Der neue Audiocodec MPEG-H Audio wird in TV-Geräten, Smartphones, Tablets, Soundbars und VR-Brillen zum Einsatz kommen.



einer natürlichen Umgebung von allen Seiten kommt. Dies versetzt das Publikum akustisch mitten in das Geschehen, das Kinoerlebnis wird noch unmittelbarer. Bei der Übertragung von solchen Filmen im TV oder über das Netz ist damit allerdings Schluss: 3D-Ton lässt sich heute noch nicht effizient auf die Bildschirme in den Wohnzimmern bringen. Und kaum einer mag sich vorstellen, ein 3D-Lautsprecher-Setup ins Wohnzimmer zu stellen bzw. zu hängen. Dafür sind mindestens sieben Lautsprecher notwendig – eine große Hürde für die Massentauglichkeit.

Auch die neuen Virtual-Reality-Welten und -Geräte sind ohne 3D-Sound kaum vorstellbar. Während in 360-Grad-Videos die perfekte Inszenierung einer anderen Wirklichkeit geschaffen wird, kann der Ton nicht einfach nur wie bislang als Stereoklang über die Kopfhörer wiedergegeben werden. Auch hier ist 3D-Klang notwendig, der perfekt auf das Rundumvideo abgestimmt ist und so die virtuelle Realität erst natürlich und realistisch erscheinen lässt. Ähnlich wie beim Fernsehen und Video-Streaming besteht auch hier eine der Herausforderungen darin, den Überall-Ton effizient zu übertragen.

#### **MPEG-H Audio: Audiocodiersystem der nächsten Generation**

Im Bereich Audio und Medientechnologien werden schon seit vielen Jahren technische Lösungen für diese Herausforderungen entwickelt. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler waren maßgeblich an der Entwicklung und Standardisierung des ISO/MPEG-Audiocodecs MPEG-H Audio beteiligt. Dieser Enkel von mp3 wurde speziell für die Bedürfnisse von Rundfunkanstalten und Streaming-Anbietern entwickelt, die ihrem Auditorium und ihren Kunden eine Lösung für die oben genannten Herausforderungen bieten wollen.

#### **Personalisierbarkeit des Audiomixes**

Mit MPEG-H Audio kann künftig der Audiomix individuell eingestellt werden. In welchem Umfang das möglich ist, entscheidet der Fernsehsender oder Streaming-Anbieter. Den Möglichkeiten sind kaum Grenzen gesetzt: So können z. B. Dialoge im Vergleich zu Hintergrundgeräuschen und Musik angehoben werden, um die Sprache besser zu verstehen. Auch die Wahl zwischen verschiedenen Kommentatoren bei Sportveranstaltungen kann mit MPEG-H ermöglicht werden – ebenso wie sich die Fangesänge der favorisierten Fußballmannschaft aus dem Stadion ins Wohnzimmer zu holen oder den Boxenfunk des Lieblingsfahrers bei einem Autorennen zu verfolgen. All das kann das Publikum über die Fernbedienung regeln.

## »3D-KLANGWELTEN KÖNNEN AUCH IN DAS WOHNZIMMER EINZUG HALTEN.«

Auch 3D-Sound kann mit MPEG-H Audio effizient übertragen werden. Dabei werden Kanäle, Objekte und Ambisonics-Audio unterstützt. Unter Kanälen ist die herkömmliche Art der Audioübertragung zu verstehen, zwei Kanäle für Stereo, sechs Kanäle für Surround-Klang oder zehn Kanäle für 3D-Ton. Zusätzlich können auch Audioobjekte übermittelt werden. Objekte sind beispielsweise interaktive Elemente oder aber bestimmte 3D-Klangbestandteile, etwa ein Hubschrauber, der über das Publikum fliegt. Objekte haben gegenüber der Übertragung von Kanälen den Vorteil, dass sie individuell beeinflusst werden können und die Wiedergabe an die Abspielsituation anzupassen ist. Dazu berechnen Decoder und Renderer vor dem Abspielen der Objekte den Klang für das jeweils vorhandene Lautsprecher-Setup individuell neu. So wird eine bessere räumliche Darstellung im Vergleich zu einer rein kanalbasierten Audioübertragung erreicht. Schließlich unterstützt MPEG-H Audio auch Ambisonics-Audio. Dabei werden weder Kanäle noch Objekte übertragen, sondern eine mathematische Beschreibung des Soundfelds, das mit einer speziellen Mikrofonanordnung aufgenommen wurde. Da für eine akzeptable Qualität eine kompakte Mikrofonierung ausreichend und die Wiedergabe über Kopfhörer einfach möglich ist, sind Ambisonics-Aufnahmen bei Produzenten von VR-Inhalten beliebt.

#### **« Ambisonics**

*Mathematische Darstellung eines Klangfelds.*

#### **3D-Sound auch im Wohnzimmer**

Im Ergebnis lässt sich mit MPEG-H Audio 3D-Klang flexibel und äußerst effizient übertragen, bei Datenraten, wie sie heute vielfach für Surround-Ton üblich sind. Damit bleiben die 3D-Klangwelten nicht mehr nur auf das Kino beschränkt, sondern können auch in das Wohnzimmer Einzug halten.

Unser Audio-Team konnte ein Referenz-Design für eine 3D-Soundbar vorstellen, mit der es möglich ist, raumfüllenden Klang mit nur einer Soundbar, die unterhalb des Fernsehers aufgestellt wird, wiederzugeben. Der Kauf von zahlreichen Lautsprechern und die aufwendige Verkabelung sind nicht mehr notwendig – eine Soundbar reicht aus, um den Mittendrinkklang nach Hause zu bringen.

MPEG-H Audio ist nicht auf den Einsatz in Fernsehern beschränkt. Im Gegenteil: Der Codec wurde so entwickelt, dass die Wiedergabe dynamisch auf das jeweilige Endgerät angepasst wird. Es ist also egal, ob man mit Smartphone, Tablet, Fernseher mit eingebauten Lautsprechern, Soundbar oder einem ausgewachsenen Heimkinosystem Inhalte wiedergibt. Die Klangqualität wird für die jeweilige Abspielsituation optimiert.

Damit erfüllt MPEG-H Audio alle Anforderungen an einen modernen Audiocodec. Die Anwendung innerhalb geschlossener Systeme von Streaming-Anbietern ist sofort möglich. Für den Einsatz im TV muss der Codec dagegen in Anwendungsstandards wie ATSC oder DVB





integriert werden. Auch hier war unser Audio-Team aktiv und konnte erreichen, dass MPEG-H Audio sowohl in den ATSC 3.0- als auch in den DVB-Standard integriert wurde. Werden also künftig in Ländern weltweit neue TV-Systeme eingeführt, z. B. für die Übertragung von ultrahochauflösendem 4K-Video (UHD), steht MPEG-H Audio für die Audioübertragung zur Verfügung.

#### UHDTV in Südkorea mit MPEG-H Audio

Aktuelles Beispiel für eine solche Einführung ist das neue UHDTV-System in Südkorea, das für die Audioübertragung MPEG-H Audio nutzen wird. Das auf dem Standard ATSC 3.0 basierende System wird zunächst in Seoul und Umgebung starten. Bis zu den Olympischen Winterspielen 2018 soll es auf die Sportstätten ausgeweitet und bis 2021 in der gesamten Republik Korea eingeführt sein. MPEG-H Audio ist der erste Audiocodec der neuen Generation, der in einem terrestrischen 4K-System zum Einsatz kommen wird. Südkorea ist hier wieder einmal technischer Vorreiter.

Auch bei Entwicklung und Vermarktung von Sende- und Empfangsgeräten mit MPEG-H-Audio-Unterstützung sind südkoreanische Firmen unter den frühen Anbietern. So wurden die ersten TV-Encoder von den koreanischen Firmen Kai Media, DS Broadcast und Pixtree angekündigt bzw. auf den Markt gebracht. Die Encoder werden von den Sendeanstalten benötigt, um das produzierte Programm vor der Ausstrahlung zu encodieren und damit für die Ausstrahlung vorzubereiten. Auch eine deutsche Firma bietet bereits professionelles Equipment an: Mit der MPEG-H Audio Monitoring and Authoring Unit von Jünger Audio aus Berlin lässt sich einhüllender, interaktiver Klang auch bei Live-Veranstaltungen mischen und für die Übertragung aufbereiten. Schließlich werden rechtzeitig zur Einführung von MPEG-H Audio in Südkorea Plug-in und Software-Werkzeuge auf den Markt kommen, die es Tonmeistern und Sounddesignern erlauben, in ihrer bevorzugten Arbeitsumgebung MPEG-H-Audio-Ton zu mischen. Auf der Empfangsseite bringen führende Unterhaltungselektronikhersteller TV-Geräte mit MPEG-H Audio auf den Markt. Damit ist alles vorbereitet für die Einführung von interaktivem 3D-Sound in Südkorea: Der Codec sorgt für einhüllenden Klang bei niedrigen Datenraten, den TV-Sendern steht das notwendige Equipment zur Verfügung und die Endverbraucher können Fernseher kaufen, um das neue Programm wiederzugeben.

#### Erste Tests auch in Deutschland

Bei deutschen TV-Sendern gibt es ebenfalls Interesse an den neuen Möglichkeiten, die Interaktivität, 3D-Sound und MPEG-H Audio bieten. So haben unsere Tonmeister das ZDF bei der Aufnahme und Abmischung von 3D-Sound für die »Terra X«-Folge »Wolfskinder« unterstützt. In dieser außergewöhnlichen Produktion wurden neue Technologien für die

Aufnahme und Verbreitung von Bild und Ton getestet. Dafür wurde in 4K-Auflösung gedreht und 360-Grad-Videos aufgenommen, um sie parallel zur TV-Aussendung im Internet anzubieten. Insbesondere für die 360-Grad-Videos ist der 3D-Sound von zentraler Bedeutung.

Bis zur Einführung eines terrestrischen 4K-TV-Systems in Deutschland wird es sicherlich noch etliche Jahre dauern. MPEG-H Audio steht dann aber bereit, da es in der DVB-Spezifikation enthalten ist und damit in allen DVB-basierten Systemen eingesetzt werden kann. Und das gilt natürlich nicht nur für Deutschland: Länder rund um den Globus werden künftig ultrahochauflösendes Fernsehen einführen – und immer wird MPEG-H Audio auch eine Option für den perfekten Ton sein. ■

2 Mit MPEG-H Audio lässt sich der Audiomix individuell anpassen.

#### UHDTV »

Ultrahochauflösendes Fernsehen mit deutlich höherer Auflösung als HDTV.



[www.iis.fraunhofer.de/tonrevolution](http://www.iis.fraunhofer.de/tonrevolution)



#### KONTAKT

##### Matthias Rose

Bereich Audio und Medientechnologien

Telefon +49 9131 776-6175  
matthias.rose@iis.fraunhofer.de



## KLANG FÜR VIRTUELLE WELTEN

Neue VR-Endgeräte mit Cingo®-Unterstützung und Lösungen für 3D-Klang-Produktion.

Mit LG und Alcatel haben 2016 zwei große Hersteller im Bereich Unterhaltungselektronik VR (Virtual Reality)-Equipment in ihr Sortiment aufgenommen. Sowohl die LG-360-VR-Brille als auch die Alcatel Vision nutzen für die Wiedergabe von realistischem 3D-Klang die Cingo®-Technologie des Fraunhofer IIS.

Cingo® versorgt die Personen mit VR-Endgeräten über Kopfhörer mit einhüllendem 3D-Klang, der auch die Drehung des Kopfes bei der Klangwiedergabe berücksichtigt. Der passende Sound ist für die perfekte Illusion einer virtuellen Welt unabdingbar. Steht man im Regenwald, hört man Vögel in den Baumkronen rascheln, kleine Äste unter den Füßen knacken und einen zarten Windhauch um sich herumwehen. Nur mit der korrekten räumlichen Wiedergabe dieser Geräuschkulisse auf Kopfhörern wirkt das 360-Grad-Video vom Regenwald auf einer VR-Brille überzeugend.

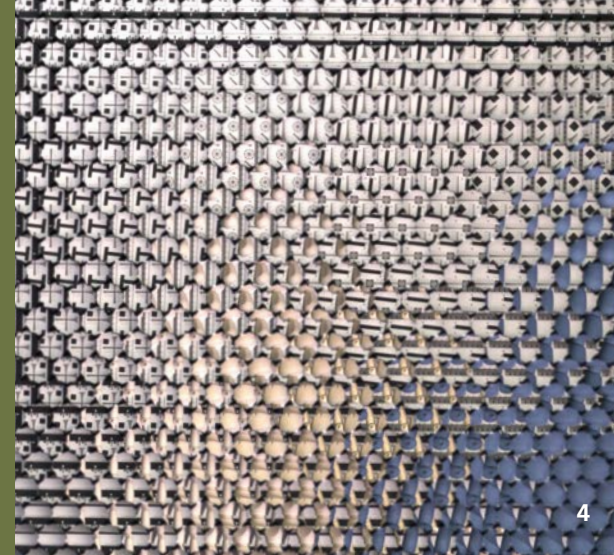
Doch wie kommt dieser Ton im menschlichen Ohr an? Die Tonaufzeichnung bei der Erstellung von 360-Grad-Videos muss quasi unsichtbar erfolgen. Hierzu haben wir ein sehr kompaktes Mikrofon-Array entwickelt, bei dem einzelne Mikrofone fast beliebig angeordnet werden können. Ein spezieller Algorithmus, der ähnlich wie das menschliche Gehör arbeitet, kann aus den Aufnahmen eine gute Rekonstruktion der Aufnahmesituation erzeugen. Diese Technologie wurde beispielsweise bei der ZDF-Produktion »Terra X« in der Folge »Wolfskinder« eingesetzt.

Bei der Nachbearbeitung der Szenen im Tonstudio gilt es, realistische Raumklänge zu erzeugen und Audioobjekte geschickt in der virtuellen Welt zu platzieren oder zu bewegen. Wir bieten dafür den Cingo® Composer an. Mit diesem Plug-in für die gebräuchlichsten Digital Audio Workstations können Sounddesigner und Musikregisseure überzeugenden Raumklang für virtuelle Welten direkt in ihrer gewohnten Arbeitsumgebung mischen. Wichtig ist die zeitgleiche Wiedergabe des 360-Grad-Videos und des 3D-Tons über Kopfhörer, um das Ergebnis der Arbeit immer direkt überprüfen zu können.

Auch für die Übertragung des 3D-Sounds braucht es neue Lösungen. Hier waren wir maßgeblich an der Entwicklung des offenen Standards MPEG-H Audio beteiligt, der durch die effiziente Codierung und der Unterstützung von Audiokanälen, Audioobjekten und Ambisonics die perfekte Übertragungstechnologie von 3D-Klang für VR-Anwendungen darstellt. Dank dieser Fraunhofer-Technologien wird natürlicher 360-Grad-Sound in VR-Anwendungen endlich Realität.

 [www.fraunhofer-cingo.com](http://www.fraunhofer-cingo.com)

3 Fraunhofer Cingo® liefert den perfekten 3D-Sound für die Virtual-Reality-Brille.



## FACETTENAUGE NUTZT LICHTFELDTECHNOLOGIE

Fraunhofer entwickelt im Projekt »facetVision« ultradünne Kameras für Industrie und Smartphone.

Mit dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF entwickeln wir im Rahmen des Projekts facetVision, gefördert durch die Fraunhofer-Zukunftsstiftung, ein Verfahren, das es möglich macht, eine nur wenige Millimeter hohe Kamera herzustellen. Vorbild hierfür ist die Natur: Ähnlich wie ein Insektenauge besteht die Linse der neuen Kamera aus 135 winzigen Einzelfacetten. Die Kamera weist damit nur noch eine Dicke von zwei Millimetern auf, bei einer möglichen Auflösung von bis zu vier Megapixeln. Möglich wird dies durch die Kombination neuester Sensortechnik mit Algorithmen aus der Lichtfeldtechnologie. Wir nutzen dabei die leicht unterschiedlichen Ansichten jeder einzelnen Linsenfacette. Daraus errechnen wir nicht nur ein hochauflöstes Gesamtbild, sondern erhalten zusätzlich Tiefeninformationen der aufgenommenen Szene. Erreicht

wird dies durch einen neuartigen Algorithmus, der ein die Parallaxe, d. h. den optischen Versatz kompensierendes Zusammensetzen der Teilbilder zu einem Gesamtbild erlaubt. Neue Anwendungen in der Automobilindustrie oder in der Medizintechnik sind damit umsetzbar. Das Grundprinzip ist auch für den Aufbau ultradünner Smartphone-Kameras geeignet. Durch mehrere kleine Linsen kann der Bauraum deutlich reduziert werden. Die unpraktischen »Kamera-Beulen« auf dem Smartphone, verursacht durch Sensor und Objektiv, gehören so künftig der Vergangenheit an.

4 Multisensor-Ansichten, die die Basis für weitere Verarbeitung mit Lichtfeldtechnologie bieten.

## PRÜFEN – AUTOMATISCH WANDELN – PRÜFEN

Qualitätscheck für IMF-Austauschformat spart Zeit bei der Transcodierung in der Medienproduktion.

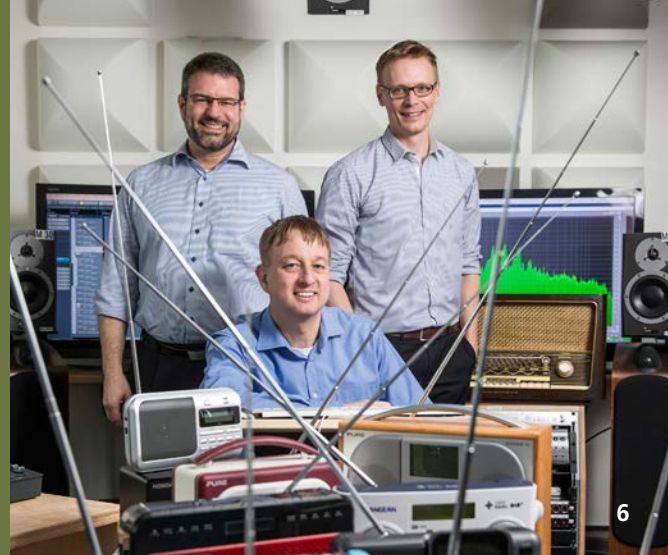
IMF steht für Interoperable Master Format – ein neues Universalformat für den Austausch von Dateien in der professionellen Medienproduktion. Es setzt sich seit der SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers)-Standardisierung als Austauschformat in der Filmproduktion durch. Viele Herausforderungen heutiger Distributionswege, wie z. B. die Erstellung verschiedener Sprachversionen, sind hierbei berücksichtigt. Für die Entwicklung von Softwarekomponenten, die eine automatische Qualitätsprüfung durchführen und sich optimal in die IMF-Arbeitsabläufe integrieren, bündeln wir mit dem Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT unsere Kompetenzen. Das Material wird auf Fehler und Artefakte geprüft, die z. B. bei der Kompression oder Umrechnung in andere Farbräume entstehen können. Durch die stetig wachsende Menge an

Distributionsformaten sind dies wichtige Entwicklungen, um in der Produktionspraxis Zeit und Kosten zu sparen. Der gemeinsame Ansatz ist eine direkte Integration von Qualitätsprüfungsmodulen in die Transcodierabläufe. Zur IBC 2016 stellten wir eine Version vor, mit der bereits die Erstellung von IMF-Paketen (IMP) geprüft werden kann. Die Funktionalität ist in das Gesamtsystem unserer Software easyDCP integriert. Die Prüfung bei der Erstellung von Distributionsformaten aus dem IMP und erweiterte Testeinstellungen sind künftig ebenfalls möglich.

 [www.iis.fraunhofer.de/easydcp](http://www.iis.fraunhofer.de/easydcp)

5 Anzeige kritischer Passagen bei der Erstellung eines IMF-Pakets.





## AUSGEZEICHNETE DIGITALRADIOTECHNOLOGIEN

Joseph-von-Fraunhofer-Preis für das Fraunhofer IIS: Digitalradio in Deutschland, Europa und der Welt.

Bald verschwindet auch der letzte blinde Fleck der digitalen Medien: Das analoge Radio konnte sich zwar lange halten, aber dank besserer Qualität, mehr Vielfalt und neuartigen Zusatzangeboten ist Digitalradio weltweit im Kommen. In den meisten europäischen Staaten gehört Digitalradio bereits zum Alltag. Etliche Schwellenländer planen derzeit die Umstellung vom analogen Kurz- und Mittelwellenradio auf Digitalradio, und auch die Digitalisierung der lokalen UKW-Versorgungen ist im Gange. Indien gehört dabei zu den Vorreitern und ist auf dem Weg zum größten Digitalradio-Markt der Welt. Insbesondere die beiden offenen und sich ergänzenden Standards Digital Audio Broadcasting (DAB/DAB+) und Digital Radio Mondiale (DRM) spielen bei der Digitalisierung des Radios eine zentrale Rolle.

Für die Entwicklung der Grundlagen des Digitalradios und der Weiterführung bis zum Marktdurchbruch erhielten Alexander Zink, Martin Speitel und Max Neuendorf stellvertretend für das gesamte Entwicklerteam den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2016. Die Jury würdigt damit »die kontinuierliche Weiterentwicklung der Basistechnologie und das Besetzen von Standards in diesem Bereich.«

Unsere Technologien und Entwicklungen tragen maßgeblich zum wachsenden Erfolg von Digitalradio bei. Wir entwarfen Technologien und Komponenten entlang der gesamten Sendekette des Digitalradios. Dazu zählen sowohl neuartige Audiocodiervorgänge als auch Server-Lösungen für die Codierung und Erstellung der Digitalradio-Sendesignale sowie Softwarekomponenten für Wiedergabegeräte. Die in MPEG standardisierten Audiocodecs xHE-AAC und HE-AAC verarbeiten Daten intelligent, sodass sich deren Menge drastisch verringert, während die Qualität erhalten bleibt. Durch Zusatzdienste, wie etwa den Datendienst Journaline, kann man Textinhalte wie Nachrichten, Wetter oder Stau-Informationen auf dem Display des Radioempfängers nachlesen.

Auch für die Rundfunkanstalten bietet Digitalradio Vorteile. Durch die effizientere Übertragung der Programme lässt sich einerseits Energie bei der Ausstrahlung und damit Geld sparen und andererseits eine größere Anzahl von Programmen aussenden.

 [www.iis.fraunhofer.de/digitalradio](http://www.iis.fraunhofer.de/digitalradio)

**6** Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2016: (v.l.) Alexander Zink, Martin Speitel, Max Neuendorf vom Fraunhofer IIS.

**7** Als würde man sich direkt gegenüber stehen: Verbesserte Sprachqualität bei Telefonaten mit EVS.



## WELTWEITE VERBREITUNG VON EVS

Full-HD-Voice-Qualität bei mobilen Telefonaten in USA, Japan, Südkorea und Deutschland möglich.

Seit der Einführung des Mobilfunksystems der vierten Generation hat sich diese Technologie dank stark verbesserter Übertragungsleistung und IP-basierter Infrastruktur schnell durchgesetzt. Galt dies zunächst nur für die Datenübertragung, so werden nunmehr zunehmend auch Sprachdienste auf dieses System übertragen, sogenannte »Voice over LTE«-Dienste. Um dabei eine mit sogenannten Over-the-top-Diensten wie Skype vergleichbare Sprachqualität einführen zu können, wurde der Codec Enhanced Voice Services (EVS) entwickelt. Wir haben wesentlich zur Entwicklung von EVS beigetragen. Ende 2014 wurde das Ergebnis dieser Arbeit als neuer 3GPP-Standard vorgestellt. Anfang 2016 wurden erste Smartphones mit EVS-Integration eingeführt und seit Ende des Jahres 2016 kann man in USA, Japan, Südkorea und Deutschland in ausgewählten Handynetzen von der

 [www.full-hd-voice.com](http://www.full-hd-voice.com)

neuen EVS-Qualität profitieren. Als erster 3GPP-Sprach-Codec kann EVS die komplette vom Menschen wahrnehmbare Audiobandbreite von bis zu 20 kHz übertragen. Damit ist EVS der erste Full-HD-Voice-fähige Audiocodec für den Einsatz in der Mobiltelefonie. Für Handy-Telefonate wird so ein einzigartiges Audio- und Spracherlebnis erreicht, welches mit der Qualität der heutigen digitalen Medienangebote, wie z. B. dem Streamen von Musik oder Filmen, vergleichbar ist. Gleichzeitig ist EVS deutlich robuster gegenüber Störungen, was nicht nur für eine bessere Klangqualität sorgt, sondern auch die Leistungsfähigkeit der Mobilfunk-Infrastruktur steigert.

## NEUE AUFGABE

Siegfried Föbel zum SMPTE Governor ernannt.

Dr. Siegfried Föbel, Abteilungsleiter Bewegtbildtechnologien, wurde für zwei Jahre zum Governor für die internationale Sektion der Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) gewählt.

Zu dieser Sektion zählen Europa (ohne Großbritannien), Afrika sowie Süd- und Mittelamerika. Die SMPTE vernetzt weltweit Industriefirmen und Einzelpersonen, die im Medien- und Entertainmentbereich tätig sind. Sie führt Weiterbildungsmaßnahmen in Form von Konferenzen, Workshops und Online-Seminaren durch. Eine der wichtigen Aufgaben der SMPTE liegt in der Standardisierung von Technologien und Infrastrukturen innerhalb der sich stetig weiterentwickelnden Film-, TV- und Medienbranche.

In Abstimmung mit anderen Standardisierungsgremien wie der International Standardization Organization (ISO) fokussiert sie sich dabei auf konkrete Anwendungen im Medienbereich.

Jeder der zehn regionalen Governor betreut einen Bereich von mindestens 500 Mitgliedern. Neben der Vertretung spezieller Interessen im übergeordneten Board der SMPTE, ist Föbel Teil des Programmkomitees der SMPTE-Konferenz, Mitglied der Standardisierungsgruppe und eingebunden in die Diskussionen zur strategischen Ausrichtung der SMPTE.

**8** Neuer SMPTE Governor: Dr. Siegfried Föbel.



# SATELLITENKOMMUNIKATION DER ZUKUNFT

Hoch im All wimmelt es von Satelliten: Sie lassen uns das Fernsehprogramm empfangen, bieten Internetzugang in Flugzeug und Schiff und halten die Kommunikation im Fall von Katastrophen aufrecht. Wir sorgen mit verschiedenen Entwicklungen dafür, dass diese Kommunikation künftig effizienter, flexibler und stabiler funktioniert.

Nach Stunden im Flugzeug wird spätestens nach Einbruch der Dunkelheit der Blick aus dem Fenster uninteressant. Die Flugdauer lässt sich nun mit Hollywoodfilmen oder dem Surfen im Internet überbrücken. Möglich machen es Satelliten: Eine Bodenstation sendet Daten, etwa einen Film, an den Satelliten. Dieser empfängt die Daten, verstärkt sie und schickt sie Richtung Erde zurück, wo sie von einem Empfänger erhalten werden – sei es im Flugzeug, auf dem Kreuzfahrtschiff oder über eine Bodenstation.

## Effizienter und kostengünstiger: Neuer Standard für Satellitenkommunikation

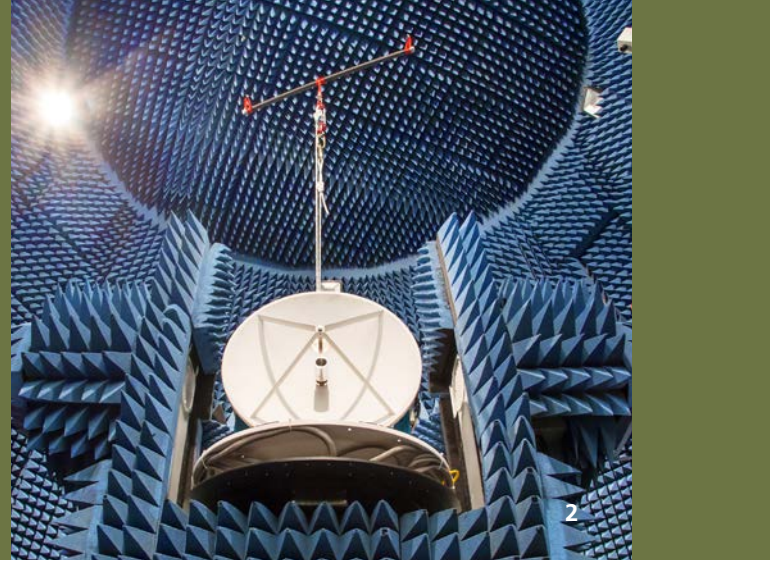
Üblicherweise basiert die Übertragung auf dem Standard DVB-S2 – und zwar nicht nur für das Satellitenfernsehen auf dem heimischen Sofa, sondern auch beim »Satelliteninternet« im Flieger. Entwickelt wurde der Standard in den frühen 2000er-Jahren. Nun soll dieser Standard mit DVB-S2X auf die nächste Stufe gehoben werden: Und zwar vor allem in puncto Effizienz und Kosten. Denn die Satellitenkommunikation nimmt immer weiter zu, man möchte Daten daher schneller und effizienter übermitteln. Wir waren und sind maßgeblich daran beteiligt, diesen verbesserten Standard zu entwickeln und »auf die Straße« zu bringen.

### AUF EINEN BLICK

- 1 | Der neue Standard DVB-S2X soll die Satellitenkommunikation auf die nächste Stufe heben: Sie wird schneller, flexibler und effizienter.
- 2 | Über den Fraunhofer On-Board-Prozessor (FOBP) lassen sich Satelliten umprogrammieren und an verschiedene Anwendungen anpassen.
- 3 | Neue Terminals ermöglichen eine Satellitenkommunikation vom fahrenden Auto aus, was vor allem in Katastrophenfällen hilft.

1 Aufnahme eines Konstellationsdiagramms in der Antennennesshalle.





2 Auf dem Teststand der »Facility for Over-the-Air Research and Testing (FORTE)« werden die entwickelten Nachführalgorithmen der KASYMOSA-Antenne bei unterschiedlichen Bewegungsprofilen überprüft.

Die Vorteile, die DVB-S2X gegenüber seinem Vorgänger bietet: Er hat eine deutlich höhere Leistungsfähigkeit, die Flexibilität und auch die spektrale Effizienz sind besser. Jedes einzelne Bit, das so übertragen wird, kostet also weniger als bisher. Das Ziel ist hoch gesteckt: Im Schnitt soll der neue Standard um 20 bis 30 Prozent effizienter sein als sein Vorgänger, bei einigen Anwendungen gar bis zu 50 Prozent. Zudem ist die Kommunikation weniger fehleranfällig; neue Anwendungen werden möglich. »Über DVB-S2X können wir die Flexibilität und die Auslastung der Satelliten verbessern, was sich auf den Empfang zur See oder in der Luft ebenso auswirkt wie auf den mit kleinen Satellitenantennen«, erklärt Rainer Wansch, Leiter der Abteilung HF und SatKom Systeme.

Möglich wird das über zahlreiche Optimierungen. Ein Beispiel sind die Empfänger und Sender, die auf der Erde stehen. Bisher basieren sie auf vielen kleinen Transpondern, die jeweils bis zu 36 Megahertz übertragen können. Das Manko dabei: Nicht jedes Signal nutzt diese 36 Megahertz komplett aus. Während der eine Nutzer beispielsweise nur 15 Megahertz benötigt, allerdings der komplette Transponder belegt wird, bekommt eine andere Nutzung das Signal nicht durch, da es die 36 MHz des Transponders überschreitet. »Bei dem neuen Standard setzt man daher auf einen breiten Transponder, dessen Bandbreite bei etwa 400 bis 500 Megahertz liegt. So lassen sich die Datenströme effizienter aufteilen«, erläutert Wansch. Sprich: Jede Nutzung erhält exakt die Übertragungskapazität, die sie benötigt. Somit lässt sich die volle Bandbreite eines Satellitenkanals effizient nutzen und gleichzeitig lassen sich die Signalverzerrungen reduzieren.

Der Standard bietet zahlreiche Anwendungen und Konfigurationen – dementsprechend schwer ist es, ihn zu implementieren. Wir haben daher einen speziellen Empfänger und einen Prüfstand entwickelt, in dem wir die komplette Breitband-Übertragungskette für DVB-S2X nachbilden und Geräte ausgiebig testen können. Der Prüfstand deckt sämtliche Bereiche ab, egal ob es sich um die Breitband-Übertragung, die Signalmodellierung oder die Verarbeitung des Empfängersignals handelt. »Mit unserem Prüfstand bieten wir unseren Kunden einen großen Mehrwert. Denn dort können wir reale Übertragungssituationen und -bedingungen simulieren – also die gesamte Übertragungskette vom Sender bis zum Empfänger testen und optimieren, und zwar unter realen Einsatzbedingungen«, so Wansch.

#### Ein neuer Prozessor für die Satelliten

Neben dem Übertragungsstandard bieten auch die Satelliten selbst in puncto Effizienz noch Platz nach oben. Denn was die aktuellen Modelle angeht, so sind sie stark konfiguriert. Das heißt, sie erfüllen die Anwendung, für die sie gebaut sind – und das nach Möglichkeit 15 Jahre lang. Doch in einer so langen Zeit kann sich auch schon einmal etwas ändern, wenn nicht gar gravierend umwälzen.

## »WIR HABEN DIE SATELLITENKOMMUNIKATION FIT GEMACHT FÜR DIE MOBILE ANWENDUNG.«

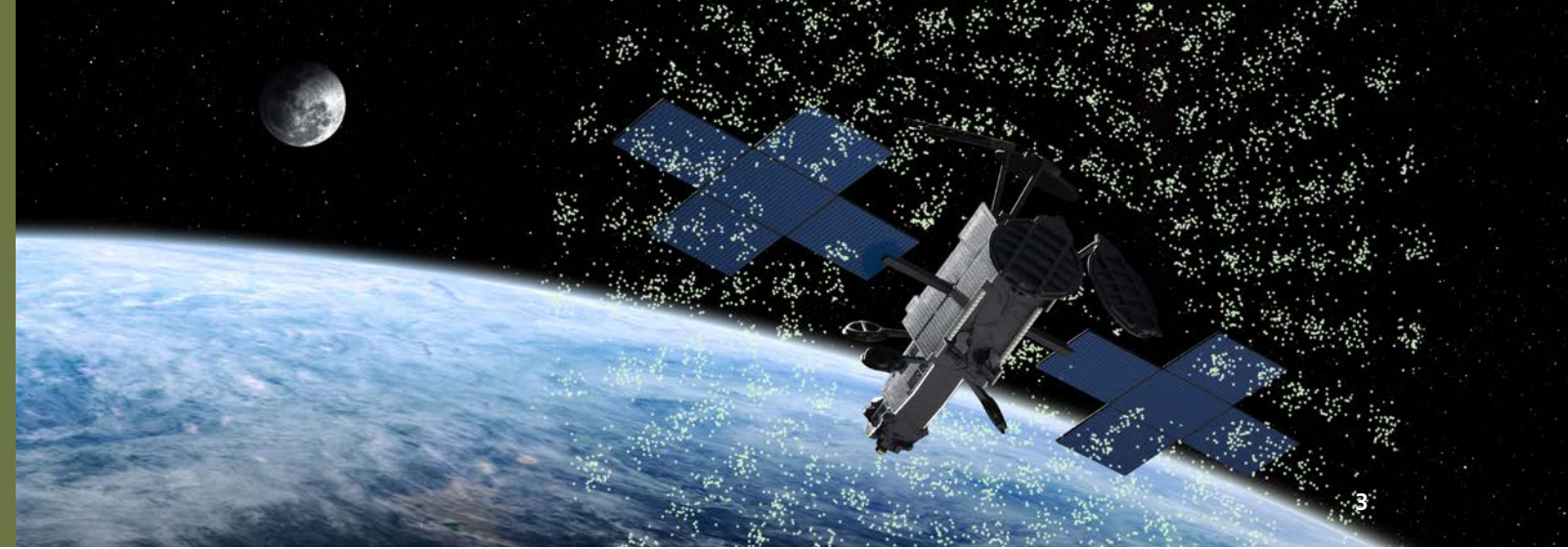
Mit den heutigen Satelliten kann man jedoch nur in gewissen Grenzen auf Änderungen reagieren. Denn die Erdtrabanten sind vergleichsweise »dumm«: Sie empfangen die Signale, verstärken sie und senden sie wieder zurück. Für viele Anwendungen reicht das aus, etwa beim Rundfunk. Bei anderen Anwendungen wünschen sich die Satellitenbetreiber mehr Flexibilität, schließlich kann man heute kaum wissen, welche Anforderungen der Satellit in den 15 Jahren erfüllen soll. Auch lässt sich bei neuen Diensten nur grob abschätzen, wie die Auslastung aussehen wird. Kurzum: Die meisten Satelliten bleiben selten in den Anwendungen, für die sie eigentlich konzipiert wurden. Bislang bedeutet eine solche Umfunktionierung allerdings einen großen Aufwand – wenn sie denn überhaupt möglich ist.

Wir wollen die Flexibilität von Satelliten nun deutlich erhöhen. Möglich machen soll es der Fraunhofer On-Board-Prozessor, kurz FOBP, den wir in unseren Labors entwickeln. »Üblicherweise lassen sich die Prozessoren, die in den Satelliten integriert sind, nur einmal programmieren, sie sind damit fest auf eine Anwendung zugeschnitten. Unser On-Board-Prozessor dagegen kann beliebig oft umprogrammiert werden – und zwar ganz unkompliziert vom Boden aus«, erklärt Rainer Wansch. Das heißt, künftig lassen sich Satelliten, die über einen solchen flexiblen On-Board-Prozessor (OBP) verfügen, leicht auf andere Anwendungen zuschneiden. Die Entwicklungsleistung lag vor allem darin, die entsprechenden Programme und die Firmware- und Softwarearchitektur zu entwickeln und diese trotz der rauen Bedingungen im Weltraum nutzbar zu machen.

Das Signal, das ein Satellit mit Hilfe des OBP sendet, ist dabei deutlich klarer als bisher. Denn übliche Satelliten verstärken auch die Störungen mit, die bei der Übertragung des Signals entstehen. Der OBP dagegen verstärkt die Signale, die er empfängt, nicht einfach, sondern interpretiert sie und erzeugt sie neu. Störgeräusche werden daher nicht mit verstärkt, der Satellit sendet die reine Nutzinformation. Im Low Earth Orbit (LEO) beispielsweise ist der OBP damit eine wichtige Komponente für Megakonstellationen: Er bringt sich zusätzlich als Vermittler zwischen den Satelliten ein. Wozu das gut sein soll? Nun, zwei Drittel der niedrigfliegenden Satelliten befinden sich über dem Meer, schließlich bestehen grob zwei Drittel unserer Erde aus Ozeanen. Diese Satelliten haben jedoch nicht allzu viel zu tun, denn vom Meer aus werden nur wenige Signale ins All geschickt. Die Prozessoren, die in besagten Satelliten stecken, haben daher einen Großteil ihrer Kapazität übrig. Über den OBP und Inter-Satelliten-Verbindungen könnten sich die Satelliten gegenseitig »Arbeit« zuschieben und die Prozesslast verteilen. Die Nutzer merken davon nichts; es entstehen keinerlei Nachteile. Für die Satellitenbetreiber allerdings bringt diese Zusammenarbeit immense Vorteile: Sie können sich einige Bodenstationen sparen, was wiederum Kostenvorteile bringt. Ende 2017 soll der FOBP fertig sein, dann liefern wir ihn an den Satellitenhersteller. Im Jahr 2021, so die Planung, soll er mit der Heinrich-Hertz-Mission des DLR-Raumfahrtmanagements ins All starten.

#### « Low Earth Orbit (LEO)

Die Umlaufbahnen von Satelliten im Low Earth Orbit liegen typischerweise in einer Höhe von nur etwa 1000 Kilometern. LEO-Satelliten umkreisen die Erde schnell und in großen Konstellationen mit mehreren Satelliten pro Umlaufbahn.



### Satellitenkommunikation auch bei holpriger Fahrt

Keine Frage: Im Flugzeug und auf dem Schiff ist eine Internetverbindung über Satelliten nützlich. Elementarer jedoch ist die Satellitenkommunikation bei Katastrophen wie Tsunamis oder Erdbeben. Telefonleitungen und Mobilfunknetze nutzen den Rettungskräften nach einer solchen Naturgewalt vielfach nichts mehr, die Leitungen sind meist tot. Es bleibt daher nur die Kommunikation über Satelliten. Allerdings hat auch sie einige Haken: Sind die Links überlastet, bricht die Verbindung ab – was bereits bei einem Gewitter passieren kann. Zudem dauert es seine Zeit, bis die Hilfskräfte zwischen all den Zerstörungen die notwendige kleine Satellitenstation aufgebaut haben. Ein weiteres Manko: Der Empfänger darf sich nicht schnell bewegen. Vielmehr muss die Satellitenantenne – wie die beim Fernsehen auch – genau zum Satelliten positioniert werden. Während es beim Flugzeug und beim Kreuzfahrtschiff aufgrund der gleichmäßigen Bewegung noch recht gut funktioniert, hat man in einem Auto, das über eine Schotterpiste fährt, kaum eine Chance. Hier heißt es anhalten, wenn man eine Kommunikationsverbindung braucht.

Künftig soll die Kommunikation für die Einsatzkräfte einfacher werden. Denn im Projekt »KASYMOSA«, kurz für »Ka-Band-Systeme für mobile Satellitenkommunikation«, haben wir gemeinsam mit weiteren Partnern ein neuartiges Kommunikationssystem entwickelt. Unter anderem war die Technische Universität Ilmenau, die Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH Ottobrunn IABG und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) beteiligt. »Wir haben die Satellitenkommunikation quasi fit gemacht für die mobile Anwendung«, erläutert Florian Raschke, Leiter des Projekts. »Mit unserer Entwicklung merzen wir damit den Hauptnachteil der Satellitenkommunikation aus. Auch ist die Verbindung deutlich zuverlässiger: Die Bandbreite bei der Übertragung ist so groß, dass die Verbindung auch bei Überlastung nicht abreißt. Zudem entfällt das lästige und zeitaufwendige Aufbauen einer Sendestation.«



Werfen wir zunächst einen Blick auf die bewegten Systeme: Wie haben wir es geschafft, dieses Manko der Satellitenkommunikation zu überwinden? Wenn das Auto durch Schlaglöcher und um Kurven fährt, gleicht die Antenne dies innerhalb von Sekundenbruchteilen aus. Und das mit einer großen Präzision: Lediglich 0,2 Grad bewegt sie sich aus dem Fokus des Satelliten. Zum Vergleich: Steigt eine Person ins Auto ein, würde sich die Antenne auf dem Fahrzeug bereits stärker bewegen. Dies ist mit einer entsprechenden Mechanik gelungen – und vor allem über die Algorithmen, über die wir die Antenne präzise und schnell ausrichten. Auch in der Antenne selbst steckt viel Entwicklungsleistung. Übliche Satellitenschüsseln sind mit einem Durchmesser von 60 Zentimetern zu groß, um sie auf ein Autodach zu montieren. Wir setzen daher auf eine flache Satellitenantenne, eine Panel-Antenne. Zwar gibt es diese bereits auf dem Markt zu kaufen – so sind diese Antennen etwa in Flugzeugen verbaut.

Für die rumpeligen Pisten dagegen reichen sie nicht aus. »Unsere Partner der TU Ilmenau haben daher eine eigene, flache Antenne entwickelt, die die Anforderungen sehr gut erfüllt«, sagt Raschke.

Eine weitere Verbesserung liegt in der Zuverlässigkeit der Verbindungen. Wir haben die Datenverarbeitung so verändert, dass sich die Datenrate in Abhängigkeit von der Situation verändert. Sprich: Ist die Leitung überlastet, bricht das Gespräch nicht wie bisher komplett ab. Lediglich die Qualität der Übertragung sinkt; ganz so, wie man das auch vom Internet kennt. Möglich macht es ein spezielles Modem, das die Daten überträgt – und im Rahmen des Projekts entwickelt wurde. »Wir erreichen damit sehr hohe Datenraten von mehreren Megabit pro Sekunde«, sagt Raschke. »Damit reichen wir natürlich nicht an die Gigabit-Ströme einer festen Datenleitung heran, aber für die Satellitenkommunikation ist das ein großer Schritt.« Für Rettungskräfte heißt das: Sie können künftig Videos von der Situation vor Ort oder Landkarten verschicken und sicher sein, dass die Verbindung nicht abbricht. Oder auch via Satellit telefonieren, klar und ohne Aussetzer oder gar gänzliche Unterbrecher.

Das Aufbauen der Sendestation können sich Hilfskräfte künftig ebenfalls sparen. »Mit unserem System kann jedes Terminal – das aus einer Antenne und einem Modem besteht, die im Auto untergebracht sind – direkt zum Satelliten senden. Das heißt, die Systeme in zwei Autos beispielsweise können direkt miteinander kommunizieren, ohne ihre Daten vorher an einen zentralen Hub zu senden.« Das erleichtert nicht nur die Kommunikation, sondern erhöht auch die Datensicherheit. Somit lässt sich die Satellitenkommunikation künftig nicht nur zu Wasser und in der Luft nutzen, sondern auch während der Fahrt auf holprigen Wegen. ■

3 Breitbandiger Satellit.

   
[www.iis.fraunhofer.de/  
satellitenkommunikation](http://www.iis.fraunhofer.de/satellitenkommunikation)

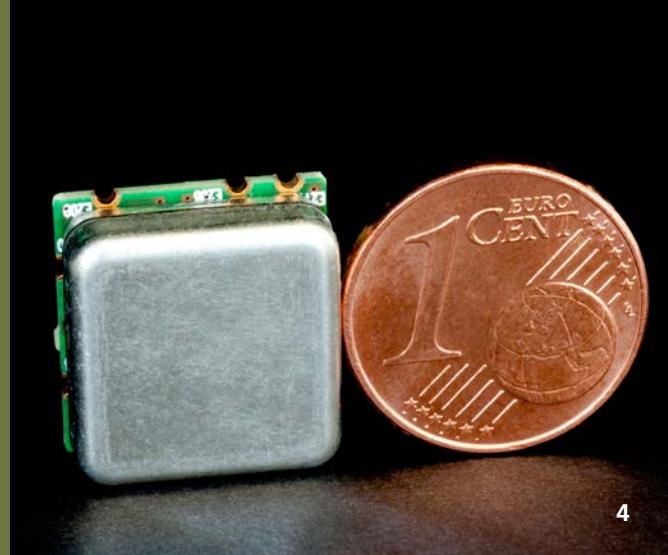


### KONTAKT

**Claudia Wutz**  
Bereich Kommunikationssysteme

Telefon +49 9131 776-4071  
[claudia.wutz@iis.fraunhofer.de](mailto:claudia.wutz@iis.fraunhofer.de)





4

## BEREIT FÜR KÜNFTIGE KOMMUNIKATIONSSTANDARDS

Ein digital abstimmbares Bandpassfilter erhöht die Flexibilität von Sende- und Empfangsgeräten.

Die immer stärkere Nutzung des verfügbaren Frequenzspektrums stellt die Kommunikationsindustrie vor große Herausforderungen: Drahtlose Kommunikationssysteme müssen zunehmend in der Lage sein, Signale sauber zu erkennen und voneinander zu trennen. Zudem ist es wichtig, dass sie auf neue Kommunikationsstandards einstellbar sind. Digital abstimmbare Bandpassfilter bieten hier eine Lösung und sorgen dafür, dass Geräte, die mehrere Kommunikationsstandards nutzen, mit den sich ständig weiterentwickelnden Technologien Schritt halten können.

Mit dem Hochfrequenz-Bandpassfilter haben wir einen Prototyp entwickelt, der diesen Anforderungen gerecht wird. Er eignet sich dafür, herkömmliche Filterbänke in Hochfrequenzempfängern zu ersetzen. Das Filtermodul ist digital abstimmbar und damit nicht auf eine Funktechnologie festgelegt. Es kann das gesamte benötigte Frequenzspektrum durchfahren und leistet damit die Arbeit mehrerer Festfrequenzfilter. Das spart Platz und Kosten. Gleichzeitig kann es auf neue Funkstandards abgestimmt werden und bleibt damit auch zukünftig einsetzbar.

Das Filtermodul selektiert zuverlässig das benötigte Frequenzspektrum, während es die Signale außerhalb des gewählten Bereichs unterdrückt. Es kann im laufenden Betrieb rekonfiguriert werden. So können Sende- und Empfangsgeräte kostengünstig an neue Kommunikationsstandards und länder- bzw. anwendungsspezifische Frequenzbereiche angepasst werden.

Diese Flexibilität ist günstig für alle Systeme, die mehrere Funktechnologien verwenden oder in Zukunft Veränderungen erfahren werden. Anwendungsbereiche sind z. B. die Kommunikation im Auto, der Mobilfunk, Industrie 4.0 oder das Internet of Things.

Der Prototyp ist fertig auflötbar und einfach zu integrieren. Wir ermöglichen Kunden die Anpassung und Weiterentwicklung des Prototyps sowie maßgeschneiderte Lizenzierungsmodelle.

4 Einer der Vorteile des digital abstimmbaren Filters ist seine geringe Größe. Der Prototyp ist etwa so klein wie eine 1-Cent-Münze.



5

## SICHER GEFÜHRT VON TÜR ZU TÜR

Projekt »NADINE« mit dem CNA-Sonderpreis ausgezeichnet.

Im Auto nutzt man, besonders auf unbekanntem Strecken, häufig ein Navigationsgerät, um schnell und bequem an sein Reiseziel zu gelangen oder spezielle Orte wie die nächste Tankstelle, das nächstliegende Restaurant ohne Umwege zu erreichen. Mittlerweile nutzen auch immer mehr Menschen, wenn sie zu Fuß unterwegs sind, Navigationsdienste auf dem Smartphone, um sich zum gewünschten Zielort leiten zu lassen. Diese Möglichkeiten zu erweitern und Fußgänger komfortabel und verkehrsmittelübergreifend durch das öffentliche Nahverkehrsnetz zu führen, war Ziel des Projekts »NADINE – Navigation im öffentlichen Personenverkehr mit modularer Dienste-Architektur zur Einbindung in externe Applikationen«.

Der CNA Center for Transportation & Logistics Neuer Adler e.V. verlieh dem Projektkonsortium NADINE den Sonderpreis »Intelligenz für Verkehr und Logistik« für herausragende wissenschaftliche Leistungen im öffentlichen Nahverkehr. Mit unserer awiloc®-Technologie kann die Ortung im Außenraum und in Innenräumen ermöglicht und damit eine lückenlose Navigation erreicht werden. awiloc® arbeitet auf Basis vorhandener Funksender wie WLAN oder BLE (Bluetooth® Low Energy) und benötigt kein spezifisches Signalnetz, sondern nutzt die charakteristische Feldstärkenverteilung der verfügbaren Funknetze. Großer Vorteil: Mobile Endgeräte können mit der awiloc®-Technologie ihre Position selbstständig bestimmen. Die Position ist damit auf dem Endgerät ohne Anbindung an zentrale Rechner nutzbar. awiloc® ergänzt so ideal bereits existierende Lokalisierungstechnologien wie GPS für den Stadtbereich und in Gebäuden. Anwendungen, die Personen auf mobilen Geräten sicher von Tür zu Tür geleiten und ortsabhängige Serviceangebote (sogenannte Location-based Services), werden damit schnell und einfach auch innerhalb von Gebäuden realisierbar.

 [www.iis.fraunhofer.de/nadine](http://www.iis.fraunhofer.de/nadine)

5 Dorothee Bär, Parlamentarische Staatssekretärin im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur überreicht den CNA-Sonderpreis für Innovationen im Bereich Verkehr und Logistik an Dr. Günter Rohmer (2. v. r.), Fraunhofer IIS, stellvertretend für die Partner des Projektkonsortiums NADINE.



# SMARTE DATEN – DIE ZUKUNFT DER LOGISTIK

Internet und Container: Das sind zwei offensichtliche Innovationen, die die Logistik in den letzten Jahrzehnten maßgeblich verändert haben. Sie sorgen für eine weltweite Vernetzung, für neue, größere Märkte und letztendlich für ein enormes Wachstum des globalen Handels. Die Welt ist mit ihnen kleiner geworden. Gleichzeitig wurden die Chancen für die Wirtschaft größer – jedoch nur für die Unternehmen, die das Potenzial der Innovationen rechtzeitig erkannten und die Klaviatur der neuen Zeit perfekt spielen lernten. Deshalb ist es so wichtig, heute schon zu wissen, was morgen State of the Art sein wird. Nur: Was sind die Innovationen der Zukunft?

Wie wird sich die Logistik also entwickeln? Welche Technologien in Produktion und Transport erleichtern die Prozesse? Und wie haben sich die Unternehmen organisiert, um den Anforderungen ihrer Kunden gerecht zu werden? Wer diese Fragen beantworten will, muss die Trends kennen, die den Markt zukünftig beherrschen werden. Unsere Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS beobachtet seit über 20 Jahren die Entwicklungen in der Logistik und hat nun in einer internen Studie acht Megatrends identifiziert, die das Potenzial haben, die Supply Chain in den nächsten Jahren maßgeblich zu verändern.

## Die acht Megatrends der Logistik

Zu diesen Trends zählen »3D-Druck« mit seinen individuellen, oftmals sogar personalisierten Produkten der Losgröße eins und grundlegend anderen Versorgungsstrukturen. »Autonomes Fahren« mit bereits vorhandenen Teststrecken beispielsweise auf der A9 zwischen München

### AUF EINEN BLICK

- 1 | Wir haben acht Megatrends identifiziert, die die Logistik massiv verändern können, Digitalisierung und Servitization stehen dabei im Fokus.
- 2 | Neue Geschäftsmodelle entstehen für Unternehmen durch die fortschreitende Digitalisierung.
- 3 | Daten werden im Vergleich zum physischen Produkt und zum reinen Service noch mehr an Wert gewinnen.

1 | *Smarte Transportprozesse im Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. in Nürnberg.*



#### **Servitization »**

*Servitization meint den strategischen Wandel eines Unternehmens hin zu einer konsequenten Kunden- und Lösungsorientierung. Sie hat zum Ziel, die Wertschöpfungsprozesse des Kunden bestmöglich zu unterstützen, und ersetzt daher das reine »Verkaufen« von Produkten und Services durch intensive Zusammenarbeit und Wissensaustausch.*

und Nürnberg. »Robotik« mit immer cleverer agierenden intelligenten Helfern beispielsweise in Lager und Produktion. »Informationsgesellschaft« mit rasant wachsendem globalem Wissen und einem exponentiellen Anstieg des weltweiten Datenvolumens. »Diversifizierung« mit immer heterogener werdenden Belegschaften. »Nachhaltigkeit« mit einer immer stärker wachsenden Nachfrage auch aufseiten der Kunden sowie die Trends »Digitalisierung« und »Servitization« mit ihren Auswirkungen auf die gesamte Wertschöpfungskette.

All diese Trends können disruptiven Innovationen den Weg bereiten oder sogar selbst zu einer solchen werden. Wann genau und mit welcher Relevanz für die Logistik dies geschieht, werden die nächsten Jahre zeigen, jedoch stehen zwei Themenfelder für uns unter besonderer Beobachtung: die zunehmende Digitalisierung und die wachsende Service-Orientierung in Alltag und Wirtschaft. Denn sie wirken sich auf die gesamte Wertschöpfung aus, machen nicht in einem Unternehmensteil oder einer bestimmten Branche halt und bringen so die notwendige Durchschlagskraft für disruptive Innovationen mit.

#### **Zwei Megatrends im Fokus: Digitalisierung und Servitization**

Die Auswirkungen von Digitalisierung und Servitization auf die Logistik und das Supply Chain Management sind bereits heute sichtbar und werden sich in Zukunft noch weiter verstärken: Denn wenn Objekte auf der Grundlage neuer Technologien, Mobile Computing und Internet of Things immer smarter und intelligenter werden, können um diese smarten Objekte herum neue datengetriebene Dienstleistungen entwickelt werden, mit dem Ziel, die Effizienz von Produkten und Prozessen zu steigern. Und diese Transformation ist mit grundlegenden Veränderungen im Kundenkontakt, in den Geschäftsmodellen und den Unternehmenskooperationen verbunden. Zusätzlich wandelt sich Deutschland von einer Industrie- zu einer Dienstleistungsgesellschaft. Die Kunden kaufen nicht mehr allein das Produkt, sondern auch die damit verbundenen Dienstleistungen. Durch diese »hybriden Produkte« können Unternehmen nicht nur ihre Umsatzchancen verbessern, sondern auch eine höhere Kundenbindung erzielen.

#### **Wie Digitalisierung und Servitization die Intralogistik verändern**

Beispiel Intralogistik: Hier spielen Transportprozesse und insbesondere Routenzüge eine immer bedeutendere Rolle für eine schlanke Prozess-Abwicklung. Der Routenzug besteht dabei aus einem Schlepper mit mehreren Anhängern und fährt zumeist auf einer vorher definierten Route bestimmte Haltestellen an. Dabei wird an jeder Haltestelle Material abgegeben und in der Regel auch aufgenommen.

## »DATEN WERDEN IN ZUKUNFT AN WERT GEWINNEN – AUCH IN DER LOGISTIK.«

Um Routenzugsysteme allerdings auch nach der Einführung effizient betreiben zu können und auf die teilweise schleichenden Veränderungen der Umgebung neu einzustellen, müssen geeignete Kennzahlen erfasst werden. Deshalb haben wir »IKE« entwickelt: Ein System zur intelligenten Kennzahlenermittlung, mit dem Routenzugprozesse in einer Fertigungs- oder Lagerumgebung detailliert aufgenommen werden können. Eine am Routenzugschlepper installierte Sensorbox erfasst dabei Lokalisierungsdaten, Fahr- und Standzeiten sowie den Beladungszustand. Diese grundlegenden Daten machen eine Analyse der gefahrenen Routen sowie der Auslastung des Routenzugs möglich, sodass Schwachstellen in den Prozessen valide erkannt werden können. Mit diesem Wissen können dann die Transporte in der Fertigung und im Lager schneller und effizienter gestaltet werden.

#### **Die richtige Datennutzung als Schlüssel zur Digitalisierung**

Jedoch beschränkt sich die Datennutzung aktuell häufig noch auf einen sehr begrenzten Bereich. Obwohl in den Unternehmen meist schon ein großer Datenbestand vorhanden ist, befindet sich dieser oft in zahlreichen »Datensilos«, also in abgeschlossenen, nicht vernetzten Datenräumen, die ausschließlich für ein klar abgegrenztes Themen- und Aufgabenfeld genutzt werden, wie z. B. zur Verbesserung von Transportprozessen im Lager. Andere Unternehmensbereiche oder sogar andere Unternehmen haben darauf in der Regel keinen oder nur bedingt Zugriff; eine gemeinsame Verwendung findet nicht statt.

Genau hier liegt allerdings der Schlüssel zum tatsächlichen und nachhaltigen Nutzen der immer weiter voranschreitenden Digitalisierung in der Produktion und ihren flankierenden Prozessen: Erst die unternehmens- und funktionsübergreifende Verwendung und Kombination aller relevanten und vorhandenen Daten bringt den notwendigen Mehrwert, der eine oftmals weitreichende Investition in neue technologische Lösungen rechtfertigt.

#### **Vom Prozess zum neuen Geschäftsmodell**

Es geht also darum, gesammelte Informationen auf unterschiedlichste Weise miteinander zu vernetzen und daraus Mehrwert zu generieren. Für die oben beschriebenen Routenzugprozesse bedeutet dies z. B., dass die Daten und Informationen nicht mehr allein nur dazu genutzt werden würden, die innerbetrieblichen Transporte besser zu organisieren. Auch für die Hersteller von Flurförderzeugen ergäbe sich auf dieser Basis neues Geschäft, z. B. durch die Entwicklung nutzungsgerechter Abrechnungsmodelle. Dabei kaufen die Kunden nicht mehr das ganze Flurförderzeug an sich, sondern mieten es und bezahlen die Nutzung nach Betriebszeiten bzw. zurückgelegter Wegstrecke.



Ein solches Vorgehen brächte beiden Seiten Vorteile: Die Kunden könnten den eigenen Fuhrpark und damit die Kapitalbindung reduzieren. Die Hersteller dagegen den Auslastungsgrad ihres Fuhrparks erhöhen, da sie nun flexibel nach Bedarf vermieten und verrechnen könnten.

Auch produzierende Unternehmen könnten die Bewegungsprofile ihrer Flurförderzeuge zusätzlich nutzen, beispielsweise indem sie die Profile mit weiteren Informationen wie Materialbestand und -verbrauch koppeln, die wiederum über Sensoren automatisiert erhoben werden, um so Meldebestände errechnen zu können. Diese Informationen würden an die entsprechenden Stellen in und außerhalb des Unternehmens weitergeleitet und lösten so im eigenen Einkauf nicht nur Nachbestellungen beim Zulieferer aus, sondern eröffneten sogar den Logistikdienstleistern die Möglichkeit, effizient eine Vollausslastung ihrer Transportmittel im Voraus zu planen. Dies wäre die Grundlage für eine nachhaltige Logistik.

#### Die Zukunft ist smart

Die zunehmende Verfügbarkeit interner und externer Daten birgt damit enormes Potenzial für die Dienstleistung der Zukunft. Mit ihrer Hilfe können Prognosen über zukünftige Bedarfe der Kunden getroffen werden, etwa wenn Muster in den Nutzungsdaten einer Maschine darauf hindeuten, dass ein baldiger Ausfall bevorsteht oder Wetter- und Verkehrsdaten Anhaltspunkte liefern, dass sich eine Lieferung verspäten könnte.

Die ständige Weiterentwicklung der entsprechenden Basistechnologien tut ihr Übriges. So werden z. B. RFID-Tags zukünftig nicht mehr allein nur zu reinen Identifikation von Objekten genutzt: In unterschiedlichsten Anwendungsbereichen, etwa im Lager- oder Behältermanagement, kommen zusätzliche Funktionen wie Sensorik oder Lokalisierung ins Spiel. Multisensor-Etiketten überwachen z. B. Temperatur, Druck oder Feuchtigkeit, verringern die Suchzeiten oder unterstützen bei der Inventarisierung. Dadurch ergeben sich auch für Technologieanbieter und -anwender neue und zusätzliche Potenziale.

#### Daten als Treiber der Megatrends

Wesentlicher Treiber aller genannten Trends sind Daten: Je vernetzter, mobiler, smarter, automatisierter und damit digitaler unsere Welt wird, desto wichtiger wird dieser neue Rohstoff. Dabei ist der Begriff »Rohstoff« bewusst gewählt, denn Daten allein schaffen noch lange keine Werte für die Unternehmen. Daten müssen nicht nur erhoben, sondern auch analysiert, interpretiert und gegebenenfalls optimiert werden, bevor sie verwertet werden können. Dann aber eröffnen sich völlig neue Anwendungswelten; mit all seinen Konsequenzen für die Unternehmen, die lernen müssen, mit neuen Kundengruppen, Bezahlmodellen, technologischen Infrastrukturen, Kostenstrukturen oder Kooperationen umzugehen.

#### Erfolg und Mehrwert durch Daten – auch in der Logistik

Mit Daten in diesem Sinne zu arbeiten ist das Kerngeschäft unserer Arbeitsgruppe SCS. Deshalb wissen wir: Daten werden im Vergleich zum physischen Produkt und zum reinen Service in Zukunft noch mehr an Wert gewinnen – auch und vor allem in der Logistik, die als »Gateway zum Kunden« im Vertriebs- und Produktionsprozess zunehmend mit dem Thema konfrontiert wird. Einerseits durch die Erwartungen der Verlager hinsichtlich einer besseren Vernetzung, Kommunikation und mehr Transparenz für agilere Prozesse, andererseits durch die Branche selbst, die geradezu verpflichtet ist, vom digitalen Wandel zu profitieren, um die Zukunft selbst beherrschen zu können und nicht von ihr beherrscht zu werden.

Es wird also in nächster Zeit die Aufgabe der Logistikbranche sein, Daten wertsteigernd in ihren Prozessen, Serviceangeboten und Geschäftsmodellen einzusetzen. Auch wenn heute noch nicht absehbar ist, welche Trends in welcher Vehemenz die Logistik verändern werden, ist eines sicher: Die Digitalisierung und zunehmende Service-Orientierung in Wirtschaft und im Alltag schreiten weiter voran. An der Erhebung, Analyse, Optimierung und Verwertung von Daten als wesentlicher Wirtschaftsfaktor führt also in Zukunft kein Weg mehr vorbei. ■

2 Zukunftsbild Logistik und Supply Chain Management – »Die acht Megatrends«.

« Verlager  
Auftraggeber für Transport- und Logistikdienstleistungen.



[www.iis.fraunhofer.de/smartedaten](http://www.iis.fraunhofer.de/smartedaten)



#### KONTAKT

**Prof. Dr. Alexander Pflaum**  
Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS

Telefon +49 911 58061-9500  
[alexander.pflaum@scs.fraunhofer.de](mailto:alexander.pflaum@scs.fraunhofer.de)





## DIE ZAHNBÜRSTE, DIE MITDENKT UND ANLEITET

Fraunhofer IIS und Procter & Gamble entwickeln intelligentes Putzsystem für individuelle Zahnpflege.

Die korrekte Zahnpflege und damit die Verbesserung der Zahngesundheit hängt nicht allein von der Zahnbürste ab – viel wichtiger für gesunde Zähne ist das »richtige« und gleichmäßige Putzen aller Bereiche. Um die Nutzung so gut wie möglich zu unterstützen, hat Procter & Gamble zusammen mit uns eine neue Generation intelligenter, interaktiver Zahnbürsten entwickelt. Die ORAL-B GENIUS detektiert dabei das Putzverhalten und leitet die Nutzerinnen und Nutzer gleichzeitig durch Informationen über eine Smartphone-App an. Und so funktioniert es: Via Bluetooth verbindet sich die Zahnbürste mit der zugehörigen App auf dem Smartphone. Dieses wird direkt am Spiegel befestigt und sobald das Zähneputzen beginnt, startet die Auswertung. Die integrierte Fraunhofer-SHORE™-Technologie zur Gesichtsfindung und -analyse sorgt dafür, dass die Kopfbewegung sowie die Handhaltung in Echtzeit erkannt und analysiert werden. Man weiß damit sofort, ob man zu kurz oder zu lange an einer Stelle putzt und ob ein Bereich ausgelassen wurde. Die bildbasierte Klassifikation erkennt präzise die Position der Zahnbürste, und zwar auch bei schlechten Lichtverhältnissen.

Um die Robustheit und Genauigkeit weiter zu verbessern, enthält der Handgriff der intelligenten Zahnbürste zusätzlich Sensoren. Unsere intelligente Analysesoftware nutzt diese Sensordaten, um Lage und Bewegung zu analysieren. Durch die Sensor-Fusion von Bild- und Inertialsensorik lassen sich genauere Angaben machen, ob jeder Zahnbereich ausreichend lang und vollständig oder gar nicht geputzt wurde. Das Ergebnis wird direkt auf dem Smartphone zur Kontrolle angezeigt. Die Herausforderung einer sicheren Klassifikation des Bereichs bei vergleichsweise geringem Messdatenvolumen konnten wir erfolgreich meistern.

Die Kooperation mit Procter & Gamble besteht seit 2013 und führt zu neuen Lösungen für softwarebasierte Assistenzsysteme, die einen anwenderorientierten Zusatznutzen für die Zahnhygiene anbieten können.

 [www.iis.fraunhofer.de/smartbrush](http://www.iis.fraunhofer.de/smartbrush)

**3** ORAL-B GENIUS mit Fraunhofer-Shore™-Technologie und Lokalisierungstechnologie zur Positionsbestimmung.

**4** Im digitalen Dorf sollen die Potenziale der Digitalisierung für den ländlichen Raum aufgegriffen werden.

**5** Der CWS Washroom Information Service sorgt für eine effizientere Planung von Reinigungsbedarf und -zyklen.



## DAS DIGITALE DORF

Projekt »eDorf« fördert Zukunftsfähigkeit des ländlichen Raums.

Die zunehmende Verstädterung in Verbindung mit dem demographischen Wandel hat massive Folgen für den ländlichen Raum. In letzter Konsequenz werden öffentliche und private Dienstleistungen sowie technische und soziale Infrastruktur unrentabel und dünnen aus. Die Digitalisierung bietet jedoch neue Möglichkeiten, diesen Herausforderungen zu begegnen. Dazu hat die Bayerische Staatsregierung unter Federführung des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie uns gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern und der Technischen Hochschule Deggendorf beauftragt, diese Potenziale aufzugreifen und exemplarisch in zwei Modelldörfern – je eines in Nord- und Südbayern – zu erproben. Die Projektidee soll dabei wesentliche Lebensbereiche im ländlichen Raum



vernetzen, die Ergebnisse sollen anschließend flächendeckend übertragbar sein. Zur Auswahl der Modellgemeinde wurde ein Wettbewerb durchgeführt, in welchem sich alle bayerischen Gemeinden aus »Räumen mit besonderem Handlungsbedarf« bewerben konnten. Im Dezember wurden die Sieger verkündet. Die Steinwald-Allianz in der Oberpfalz ist nordbayerischer Gewinner. Im Süden machte Spiegelau-Frauenau das Rennen. Als Partner in Nordbayern werden wir gemeinsam mit dem Fraunhofer IESE ab März 2017 mit der Umsetzung der Projektidee in der Steinwald-Allianz beginnen. Die Umsetzung wesentlicher Projektinhalte ist bis Mitte 2018 geplant.

 [www.edorf.bayern](http://www.edorf.bayern)

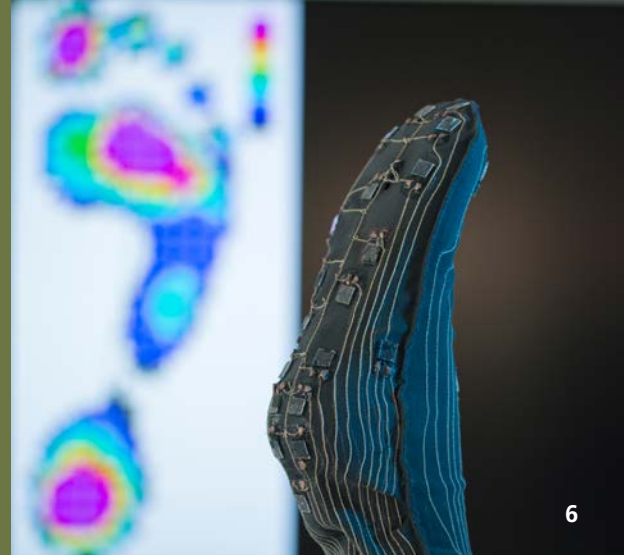
## WASCHRAUMHYGIENE 4.0

Drahtlose Sensornetze im Einsatz für den Waschraum der Zukunft.

Der Einsatz digitaler Technik macht möglich, dass leere Handtuch- und Seifenspender in den Waschräumen von Bürogebäuden oder an Flughäfen der Vergangenheit angehören. Zusammen mit dem Fullservice-Anbieter CWsboco entwickelten wir eine Lösung, die die komfortable Verwaltung und Wartung von Waschräumen ermöglicht. Unser Anwendungszentrum Drahtlose Sensorik in Coburg realisierte dabei eine dreistufige Kommunikationskette, die der Lösung zugrunde liegt. Hierzu werden die Füllstände der Spender durch eine speziell von uns entwickelte Sensorik automatisch gemessen und die Werte drahtlos an einen lokalen Sammelpunkt, die Washroom Control Unit, übertragen. Die einzelnen Waschräume eines Gebäudes sind dann untereinander über ein sich selbst konfigurierendes Multi-Hop-Funknetzwerk verbunden. Am Rand des Gebäudes

steht ein Gateway, das alle Daten über das Mobilfunknetz an einen zentralen Server sendet, auf den Reinigungspersonal und die betreibende Waschräumfirma Zugriff haben. Der Vorteil ist, dass die Vernetzung einfach installiert werden kann und sich selbstständig den Gegebenheiten im Gebäude anpasst. Auch bei Ausfall oder Störungen der Funkstrecke zu einzelnen Waschräumen kann die Überwachung der restlichen Spender sichergestellt werden. Dies ermöglicht unsere s-net®-Technologie; sie kompensiert dabei z. B. gestörte Funkstrecken automatisch und garantiert die verlustfreie Datenübertragung.

 [www.iis.fraunhofer.de/waschraum](http://www.iis.fraunhofer.de/waschraum)



6

## WIR ZEIGEN, WO DER SCHUH DRÜCKT!

Neue textilintegrierte Sensorik misst Druckbelastung am Fuß und schickt Messdaten aufs Smartphone.

Diabetes-Kranke haben häufig kein Schmerzempfinden in den Füßen, sodass Wunden oder schmerzhafte Druckgeschwüre entstehen können. Ein neuartiger Messstrumpf kann dies verhindern: Er überwacht den Druck an den Füßen und warnt vor unangenehmen oder gefährlichen Druckstellen. Anders als bisherige Systeme, die den Druck nur kurzfristig an der Unterseite des Fußes erfassen, misst der elektronische Spezialstrumpf die Druckverteilung an Sohle, Ferse, Fußspann und Knöchel und zeichnet die Signale dreidimensional auf.

Etwa 40 weiche Drucksensoren messen den Druck im Schuh beim Laufen und Stehen. Die Sensoren bestehen aus einer stark dehnbaren, weichen Elastomerfolie aus Silikon, die sich gut in Textilien integrieren lässt. Die Folie wird im Siebdruckverfahren aus leitenden und isolierenden Schichten aufgebaut. Sie verhält sich wie ein kapazitiver Drucksensor. Bei Druck oder Dehnung verformt sich die Folie und verändert damit die elektrische Kapazität des Sensors. Dieser Effekt ist messbar. Bis zu 40 dieser ein Quadratzentimeter großen Sensoren sind nach orthopädischen Vorgaben auf dem Messstrumpf verklebt. Über einen leitfähigen Polymerfaden, der in das Gewebe eingewirkt ist, sind die Drucksensoren an eine flexible Elektronik im Sockenbund angeschlossen.

Die Elektronik besteht aus einem ASIC-Chip, einem Controller und einer Bluetooth-Funkschnittstelle. Erst durch die Integration der 40 Messkanäle in einen ASIC war es möglich, die Elektronik für diese flexible Anwendung zu realisieren. Mit der drahtlosen Datenübertragung können die Messwerte auf einem Smartphone oder einem Tablet dargestellt werden, das den Diabetes-Kranken anzeigt, ob die Fußhaltung oder Belastung geändert werden soll.

Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig. Der Spezialstrumpf eignet sich für die Langzeitüberwachung von Diabetes-Kranken ebenso wie für die Analyse von Gang und Haltung in der Orthopädie, aber auch für den Einsatz im Sport- oder Fitnessbereich. Im Laufsport können damit beispielsweise der Laufstil und die Fußhaltung kontrolliert werden. Das neuartige Messsystem wurde in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC und dem Zentrum für Telematik der Universität Würzburg entwickelt. Die Entwicklung wurde durch eine interne Förderung der Fraunhofer-Gesellschaft unterstützt.

6 Mit einer neuen textilintegrierten Sensorik können Druckbelastungen am Fuß dreidimensional gemessen werden.

7 Virtual-Reality-Hackathon im Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K.



7

## FRANK UND FREI IM FRAUNHOFER-HOLODECK

VR-Hackathon zeigt Möglichkeiten der Positionsbestimmungstechnologie RedFIR® für Apps auf Großflächen.

Handy einklinken, VR-Brille und Kopfhörer auf, los gehts! In unserem ersten Virtual-Reality-Hackathon programmierten 12 Teams, bestehend aus 3D-Artists und Spieleentwicklern, Apps, in denen sich gleichzeitig mehrere Personen mit VR-Brille völlig frei auf der Fläche von 1400m<sup>2</sup> des Test- und Anwendungszentrums L.I.N.K. bewegen konnten. Möglich wurde diese neue Art von VR-Anwendungen durch unsere Positionsbestimmungstechnologie RedFIR®. Mit dieser funkbasierten Ortungstechnologie können Personen und Objekte präzise lokalisiert, ihre Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit in Echtzeit detektiert und in der VR-App angezeigt werden. Die reale Situation im Raum wird zeitnah und vollständig in der jeweiligen VR-Welt abgebildet. Auch Objekte, die durch rein optisch verwendete Trackingverfahren, im Ablauf teilweise oder ganz verdeckt wären, können



8

mittels Funk problemlos geortet werden. Der erste Preis ging an das Team HoloPac, das ein Spiel entwickelte, bei dem man in begrenzter Zeit Pakete einsammeln muss und von Geistern verfolgt wird. Auf Platz zwei lag das Team Eccos mit dem Projekt Social Sound Experience. Es entwickelte eine neue Art, Soundspuren und Tracks im Raum zu legen, zu verteilen und neu zu gruppieren. Auf Platz drei schaffte es das Team Fuel mit dem Projekt Floccer Tournament Ninjago. Die Gewinner-Apps überzeugten die Jury vor allem in den Punkten Spielerlebnis und Interaktionsmöglichkeit durch Verwendung der Positionstechnologie.

[www.iis.fraunhofer.de/holodeck](http://www.iis.fraunhofer.de/holodeck)

## MEHR EFFIZIENZ UND SICHERHEIT IM LAGER

Intelligente Ortung von Flurförderzeugen in Kooperation mit der Jungheinrich AG.

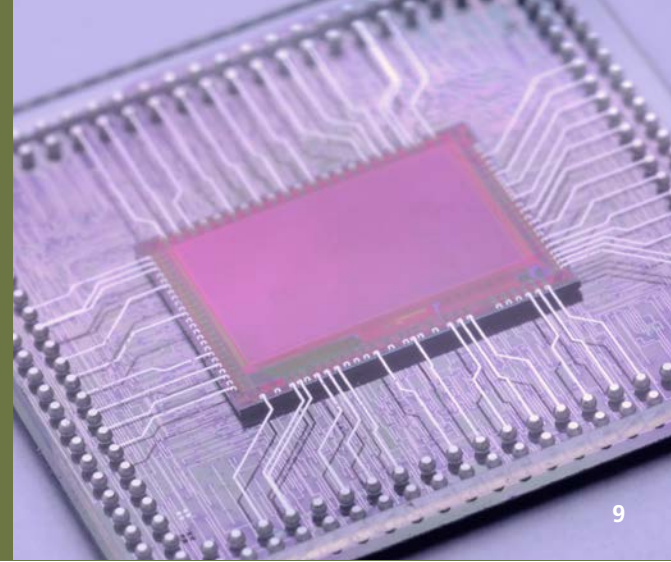
Wie können Flurförderzeuge im Lager mit geringem Kosten- und Installationsaufwand einfach lokalisiert werden? Zusammen mit der Jungheinrich AG wurde hierzu eine Ortungslösung entwickelt und installiert, die fahrzeugtypen- und baureihenunabhängig eingesetzt werden kann. Das Warenlager wird hierfür mit BLE (Bluetooth® Low Energy)-Sendern ausgestattet, sogenannten Beacons. Zusätzlich werden Flurförderzeuge, z. B. Gabelstapler, mit Smartphones ausgerüstet, die auf der Basis unserer awiloc®-Technologie ihre Position autark auf dem Gerät über BLE und gestützt mit Inertialsensorik bestimmen. Sie übertragen so ihre aktuelle Position an die Webplattform, über die die Positionsdaten live eingesehen und analysiert werden können. Kundenanwendungen sind beispielsweise die Steigerung der Fahrzeugverfügbarkeit durch die Live-Übersicht des Fuhr-

parks, um das passende Fahrzeug für die anstehende Aufgabe oder für notwendige Reparaturen und Services zu finden. Darüber hinaus können Transportwege und Lagerprozesse mithilfe sogenannter Heatmaps, die das Fahrzeugverhalten rückblickend visualisieren, optimiert werden. Die Definition von Geschwindigkeitszonen erhöht die Sicherheit im Lager, während die Kontrolle bestimmter Lagerbereiche unerlaubte Fahrzeugentwendungen erschwert.

[www.iis.fraunhofer.de/stapler](http://www.iis.fraunhofer.de/stapler)

8 Ortung von Flurförderfahrzeugen in einer Lagerhalle.





9

## BESSERE 3D-CHIPS FÜR ULTRA-HD-KAMERAS

Vervierfachung der Datenrate für schnellere Übertragung von Bild- und Toninformationen.

Die Auflösung von Kameras wird immer besser; gleichzeitig sollen die Bauteile der Hardware immer kleiner werden. Dies gilt besonders für Ultra-HD-Kameras, die viermal mehr Bildpunkte aufnehmen als Kameras mit Full-HD-Auflösung. Forschern des Bereichs Entwicklung Adaptiver Systeme in Dresden ist es gelungen, die entstehenden Datenmengen energiesparend und auf kleinem Raum zu verarbeiten.

Im Projekt »memory<sup>3</sup>«, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) unterstützt wurde, konnte ein Chip entwickelt werden, der die Leistungsfähigkeit des Systems vervierfacht. Der neue Chip sorgt für eine Reduktion der Leitungsbreite: Prozessor und Speicher sind im selben Gehäuse angeordnet. Dazwischen arbeitet eine dünne Trägerschicht (Interposer) als Datenleitung. Durch diese hochfeine Leitungsstruktur können Prozessor und Speicher so dicht »zusammenwachsen«, dass sich der Datenaustausch deutlich beschleunigt und der Energieverbrauch sinkt. »Lag der Abstand zwischen den Chips ursprünglich im Millimeterbereich, arbeiten wir nun deutlich unter einem Millimeter«, erklärt Andy Heinig, Gruppenleiter Systemintegration am Standort Dresden. Dieser 3D-integrierte Aufbau ermöglicht eine deutlich schnellere Übertragung von Bild- und Toninformationen. So ist nun eine Datenrate von 400 GBit/s möglich.

Rund eineinhalb Jahre haben die Experten des Fraunhofer IIS für die theoretische Entwicklung benötigt, ehe im Februar 2016 ein Prototyp fertiggestellt werden konnte. »Wir gehen davon aus, dass wir mit dieser Entwicklung das Ende der Fahnenstange längst noch nicht erreicht haben«, sagt Heinig. Weitere, deutliche Leistungssprünge um den Faktor Vier oder höher seien in den kommenden Jahren durchaus möglich.

Der aktuelle Aufbau des 3D-Mikrochips wurde vor allem für Ultra-HD-Kameras entwickelt. Er kann aber künftig auch in anderen Bereichen wie etwa bei Graphikkarten oder Vermittlungsknoten von Glasfasernetzen eingesetzt werden.

 [www.eas.iis.fraunhofer.de/systemintegration](http://www.eas.iis.fraunhofer.de/systemintegration)

9 Der 3D-Chip ermöglicht u. a. eine verbesserte Auflösung bei Ultra-HD-Kameras.

10 Polypen (grüner Kreis) werden mit »KoloPol« automatisch erkannt.



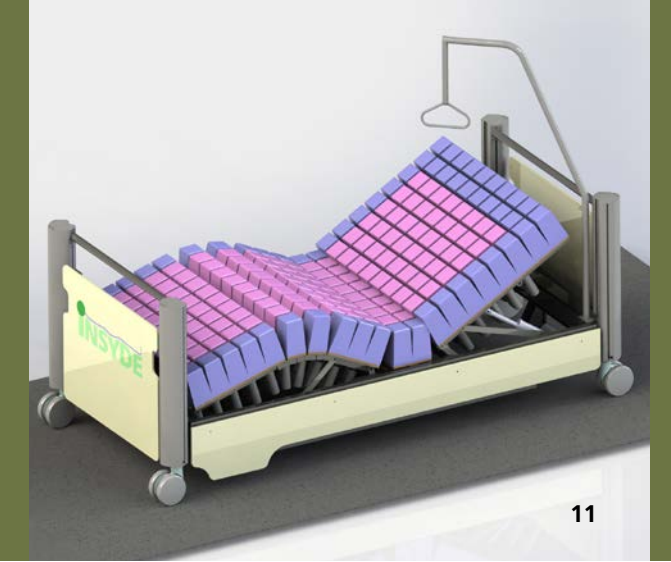
10

## INTELLIGENTE DARMKREBSUNTERSUCHUNG

Software erkennt Darmpolypen automatisch und kann medizinisches Fachpersonal unterstützen.

In Deutschland sterben jährlich ca. 26 000 Menschen an Darmkrebs. In den meisten Fällen sind Darmpolypen dafür verantwortlich, die meist keine Beschwerden verursachen und nur durch Vorsorgeuntersuchungen entdeckt werden. Bei der Darmspiegelung (Koloskopie) werden Dick- und Enddarm mit einem Endoskop untersucht. Bisher hängt die Effektivität dieser Untersuchung stark von der Erfahrung und Aufmerksamkeit des medizinischen Fachpersonals ab. Zwischen 12 und 24 Prozent der Polypen werden dabei übersehen.

Im Projekt »KoloPol« ist es gelungen, eine Software zu entwickeln, die Darmpolypen während der Koloskopie automatisch erkennt und somit Medizinerinnen und Mediziner bei Untersuchungen unterstützt. »Auffällige Gewebeareale



11

werden u. a. durch abweichende Form, Färbung und Texturierung hervorgehoben und automatisch detektiert«, erklärt Dr. Thomas Wittenberg, Leiter des Projekts und Leitender Wissenschaftler für Biomedizinische Forschung. »Mit der Software könnte potenziell die Quote zur Erkennung gestielter Polypen erhöht werden.« Neben der besseren Detektion könnte auch der zeitliche Aufwand einer Untersuchung für ärztliches Fachpersonal reduziert werden. Von Juli bis Oktober 2016 fand eine technische Validierung des Systems am Klinikum Rechts der Isar der TU München statt. Hierbei wurde das Funktionsprinzip an 58 Patienten getestet und ca. 75 Prozent der Polypen wurden durch das KoloPol-System gesehen.

 [www.iis.fraunhofer.de/kolopol](http://www.iis.fraunhofer.de/kolopol)

## HIGHTECH-PFLEGE BETT GEGEN DEKUBITUS

Adaptive Matratze beugt Druckgeschwüren bei bettlägerigen Patienten vor.

Das Umlagern von bettlägerigen Patienten erfordert sehr viel Kraft und Zeit von Pflegekräften und pflegenden Angehörigen. Rund 400 000 Menschen leiden jährlich allein in Deutschland an Druckgeschwüren auf der Haut, sogenannten Dekubitus-Wunden. Diese entstehen nach kurzer Zeit, wenn Patienten nicht ausreichend mobilisiert werden. Das intelligente Pflegebett, das gemeinsam mit fünf Partnern entwickelt wurde und auf der MEDICA 2016 vorgestellt wurde, erkennt die aktuelle Liegeposition des Betroffenen und schlägt eine neue und entlastende Position vor. Der Vorschlag kann nach Freigabe durch eine Pflegekraft selbstständig von der Matratze umgesetzt werden. Dies geschieht durch sogenannte Aktoren, die wie Sensoren zur Erfassung der Druckverteilung in die Matratze integriert sind. Informationen über die Umlagerung und die neue

Verteilung des Drucks werden auf einem Display am Bett angezeigt und können direkt in die Pflegedokumentation übernommen werden. Der Projektpartner DRK Soziale Dienste Baden-Baden gGmbH hat das intelligente Bett in ersten Messreihen evaluiert.

 [www.iis.fraunhofer.de/insyde](http://www.iis.fraunhofer.de/insyde)

11 3D-Modell der intelligenten und adaptiven Matratze.

# IN KÜRZE



2016 war nicht nur aufgrund der Fortschritte in der Forschung ein ereignisreiches Jahr in unserem Institut. Neben der Eröffnung unseres neuen Gebäudes am Standort Nürnberg und der Entstehung eines neuen Bereiches wurde beispielsweise auch die Institutsleitung erweitert. Wir haben auf den folgenden Seiten eine Auswahl an Meldungen »in Kürze« für Sie zusammengestellt.

## Die ausgewählten Institutsnachrichten im Überblick:

Erweiterung der Institutsleitung  
Smarte Sensorik für die Welt von morgen  
Mehr Raum für IoT-Spitzenforschung  
Alexander Pflaum leitet Fraunhofer SCS  
Aus »Automatisch« wird »Adaptiv«  
Publikumspreis für Film über das JOSEPHS®  
Kunstaussstellung zeigt »Orte der Inspiration«

## ERWEITERUNG DER INSTITUTSLEITUNG

Prof. Dr. Albert Heuberger und Dr. Bernhard Grill bilden die neue Doppelspitze.

Bereits seit 2011 ist Prof. Dr. Albert Heuberger Leiter des Fraunhofer IIS. Seit 1. November 2016 ist sein bisheriger Stellvertreter Dr. Bernhard Grill ebenfalls zum Institutsleiter des größten Instituts der Fraunhofer-Gesellschaft berufen worden. Heuberger übernimmt die geschäftsführende Institutsleitung, Grill die Zuständigkeit für den Bereich »Audio und Medientechnologien«. Zugleich wird Verwaltungsdirektor Dr. Peter Dittrich stellvertretender Institutsleiter. Prof. Dr. Randolf Hanke bleibt unverändert stellvertretender Institutsleiter.

Bernhard Grill studierte Elektrotechnik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. In den Jahren ab 1988 war er entscheidend beteiligt an der Entwicklung der mp3- und AAC-Technologie. Im Jahr 2000 wurde er

dafür zusammen mit Karlheinz Brandenburg und Harald Popp, stellvertretend für das größere Team am Fraunhofer IIS, als Erfinder des mp3-Verfahrens mit dem »Deutschen Zukunftspreis« des Bundespräsidenten ausgezeichnet. Weitere Auszeichnungen umfassten u. a. den Joseph-von-Fraunhofer-Preis sowie den Eduard-Rhein-Preis. Seit 2000 hatte Bernhard Grill die Leitung der Abteilung Audio inne, 2011 wurde er Leiter des auf über 200 Mitarbeiter gewachsenen Bereichs »Audio und Medientechnologien«, der heute weltweit als wissenschaftlich und technologisch führend auf vielen Gebieten der Audiosignalverarbeitung anerkannt ist.

*1 Die Institutsleiter Prof. Dr. Albert Heuberger (r.) und Dr. Bernhard Grill.*

## SMARTE SENSORIK FÜR DIE WELT VON MORGEN

Neuer Bereich »Smart Sensing and Electronics«.

Unter der Leitung von Josef Sauerer entstand der Bereich Smart Sensing and Electronics. Er setzt sich zusammen aus den vier Abteilungen Bildverarbeitung und Medizintechnik, Integrierte Sensorsysteme, Integrierte Schaltungen und Systeme sowie Bildsensorik. Der Bereich entwickelt intelligente Sensoren, Software und Mikroelektronik und gestaltet damit Anwendungen für Wissenschaft, Medien, Industrie, Automobiltechnik und Medizin.

Ob die 3D-Magnetfeldsensorik HallinOne®, die Polarisationskamera Polka zur Qualitätssicherung in der Produktion, das FitnessSHIRT zur Leistungsdiagnostik im Sport, SCube® zur Digitalisierung und Analyse biologischer Proben, High-Speed-ICs zur schnellen Übertragung großer Datenmengen oder die echtzeitfähige Bildanalyse-Software Shore™ zur

Emotionserkennung – das sind nur einige wenige Lösungen, die in diesem Bereich entwickelt werden. »Intelligente, energiesparende und miniaturisierte Sensorik zur Erfassung unserer Umgebung ist eine Grundlage für Entwicklungen im Bereich Internet of Things oder Mobilität. Der Bereich Smart Sensing and Electronics rundet das Technologieportfolio des Fraunhofer IIS auf diesen Gebieten ab«, erläutert der Bereichsleiter Josef Sauerer.



## MEHR RAUM FÜR IoT-SPITZENFORSCHUNG

Eröffnung unseres neuen Gebäudes in Nürnberg.

Am 30. Mai eröffnete Ilse Aigner, Bayerische Staatsministerin für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, zusammen mit dem Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung Stefan Müller, Oberbürgermeister Dr. Ulrich Maly, dem Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft Prof. Dr. Reimund Neugebauer und dem Hausherrn Prof. Dr. Albert Heuberger unser neues Gebäude in Nürnberg. Unter der Leitung von Dr. Günter Rohmer forschen und entwickeln nun 180 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den neuen Räumen im Nürnberger Nordostpark an Zukunftstechnologien und Anwendungen für den digitalen Wandel und das Internet der Dinge.

Auf 5900 Quadratmeter Büro- und Laborfläche, zu denen auch das hochmoderne Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K zählt, werden Technologien und cyberphysische-Systeme entwickelt, die die Basis für alle internetbasierten, vernetzten Anwendungen in der Industrie 4.0 sind, aber auch für Smart Home, Smart City, vernetzte Mobilität, autonomes Fahren oder Sicherheit, Sport und Fitness. Mit den drei Geschäftsfeldern Lokalisierung, Vernetzung und Identifikation sowie Energiemanagement werden in Nürnberg Technologien und Lösungen vorangetrieben, die für die exzellente Position sowie den Ausbau und die Sicherung des Wirtschaftsstandorts Nürnberg im digitalen Wandel stehen.

So schaffen neue IT-basierte Technologien Mehrwerte für Anwender in Produktion, Logistik oder Infrastrukturen. Beispielsweise bei der Entwicklung von Telematikmodulen für Luftfrachtcontainer zur Erhöhung der Sicherheit oder bei der Entwicklung datenschutzrechtlich geprüfter Lokalisierungstechnologien für Navigations- und Informationsdienste – sogenannte Location-based Services in Gebäuden und im Innenstadtbereich entstehen neue Angebote und Services. Vernetzte Sensor- und Funksysteme, die Informationen energieeffizient und zuverlässig über weite Distanzen für eine automatische Fernabfrage senden können, sind derzeit in der Standardisierung und im industriellen Piloteinsatz.

2 Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Staatssekretär Stefan Müller, Ministerin Ilse Aigner eröffnen zusammen mit Prof. Dr. Albert Heuberger, Dr. Günter Rohmer und OB Dr. Ulrich Maly das neue Gebäude des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen in Nürnberg, in dem neue Technologien und Anwendungen für digitalisierte Produktion, Internet der Dinge und vernetzte Mobilität entstehen.







3

## ALEXANDER PFLAUM LEITET FRAUNHOFER SCS

Bamberger Lehrstuhlinhaber an der Spitze der Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS.

Prof. Dr. Alexander Pflaum ist seit über 20 Jahren für die Fraunhofer-Gesellschaft tätig. Seit 2011 ist er Inhaber des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Supply Chain Management, an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Am 1. Mai 2016 hat er die Leitung unserer Arbeitsgruppe SCS mit Standorten in Nürnberg und Bamberg übernommen.

Als Experte für den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in Wertschöpfungsprozessen wird er gemeinsam mit den Mitarbeitenden unserer Arbeitsgruppe an der Schnittstelle zwischen Technik und Betriebswirtschaft forschen und neue Impulse setzen. Im Mittelpunkt steht vor allem die digitale Transformation von Unternehmen, Geschäftsmodellen und Versorgungsketten u. a. auf Basis

unserer technologischen Entwicklungen. »Wir sehen Daten als den Rohstoff der kommenden Jahrzehnte. Uns geht es darum, diesen Rohstoff für unsere Kunden zu gewinnen, um daraus entscheidenden Mehrwert für die Unternehmen zu schaffen«, erklärt Alexander Pflaum.

Dr.-Ing. Roland Fischer, Geschäftsführer der Fraunhofer SCS, bleibt der Arbeitsgruppe weiterhin in dieser Funktion erhalten und bildet gemeinsam mit Pflaum das Führungsteam der Fraunhofer SCS.



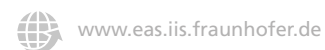
3 Prof. Dr. Alexander Pflaum ist Leiter der Arbeitsgruppe SCS.

## AUS »AUTOMATISCH« WIRD »ADAPTIV«

Neuer Name und erweiterte Forschungsschwerpunkte für das Fraunhofer IIS/EAS.

Die Anpassungsfähigkeit technischer Systeme an Veränderungen in ihrer Umgebung und ihrem eigenen Verhalten ist in Zukunft eine unverzichtbare Eigenschaft für die Interaktion von Mensch und Technik. Zugleich ist diese Adaptivität eine wesentliche Grundlage für die vernetzte Welt von morgen. Selbstüberwachung und Fehlerprognose spielen dabei ebenso eine wichtige Rolle wie hohe Zuverlässigkeit und niedriger Energieverbrauch. Um den daraus resultierenden Herausforderungen gerecht zu werden, hat unser Institutteil in Dresden sein Forschungsportfolio auf den Prüfstand gestellt und die traditionellen Schwerpunkte im Bereich der Entwurfsautomatisierung in den letzten Jahren stetig erweitert. Um die Schwerpunktsetzung auch nach außen sichtbar zu machen, trägt der Institutteil seit Mai 2016 den Namen »Fraunhofer IIS, Institutteil Entwicklung

Adaptiver Systeme EAS«. Die entsprechenden Forschungsaktivitäten erstrecken sich hierbei über die Geschäftsfelder »Entwurfsmethoden«, »Effiziente Elektronik« und »Verteilte Analyse- und Regelsysteme«. Neben Methoden für den funktional sicheren und zuverlässigen Systementwurf sowie die Entwicklung von anwendungsspezifischen Schaltungen gehören neuartige Ansätze für Sensorik, die Analyse großer Datenmengen und die Steuerung von Automatisierungsprozessen zu den Arbeitsschwerpunkten des Institutsteils.



4

## PUBLIKUMSPREIS FÜR FILM ÜBER DAS JOSEPHS®

Beim Festival für Wissenschaftsfilm überzeugte die Zukunftsvision »JOCO 2034« das Publikum.

Der Film »JOCO 2034« spielt im Jahr 2034; er zeigt »historische Aufnahmen« von 2014 aus dem realen JOSEPHS® und fiktive Statements von Mitarbeitenden und Unternehmern, die den 20. Geburtstag der Einrichtung feiern. Im Jahr 2034 sind JOSEPHS®-Einrichtungen zur Selbstverständlichkeit geworden. Die Beteiligten blicken teils amüsiert, teils fassungslos auf die Zeit vor 20 Jahren zurück, als Kunden noch kaum Mitsprachemöglichkeit hatten und Unternehmen ohne Beteiligung der Konsumenten Produkte und Dienstleistungen entwickelt haben.

Das reale JOSEPHS® – Die Service-Manufaktur ist ein Ladengeschäft in der Nürnberger Innenstadt, getragen von der Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS in Kooperation mit der Friedrich-Alexander-Universität



5

Erlangen-Nürnberg. In wechselnden dreimonatigen Testzyklen werden die Besucher seit dem 20. Mai 2014 aktiv in die Entwicklung, Einführung und Vermarktung der Konzepte eingebunden. »JOCO 2034« wurde für das Foresight-Filmfestival in Halle (Saale) nominiert und gewann am 30. Juni 2016 in der Kategorie »Die Zukunft ist Open Space« den Publikumspreis. Das Foresight-Filmfestival ist ein Science-Vision-Festival, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Es soll Trends und gesellschaftliche Herausforderungen aufdecken und ist Ideenpool für zukünftige Projekte und Forschungsprozesse.



4 Szene aus »JOCO 2034«.

## KUNSTAUSSTELLUNG ZEIGT »ORTE DER INSPIRATION«

Bilder der Kommunikationsdesignerin Christina Oppitz laden ein, Geheimnisse von Orten zu erkunden.

Die Kunstausstellung »Art & Technology« spürt der Frage nach, wo die Mitarbeitenden des Fraunhofer IIS Ideen für ihre Arbeit finden. Die entstandenen Musterbilder laden die Betrachtenden ein, diese »Orte der Inspiration« für sich zu entdecken. Für das Kunstprojekt wurden unsere Mitarbeitenden eingeladen, Orte zu fotografieren, die sie zu Ideen für ihre Arbeit anregen. Die Kommunikationsdesignerin Christina Oppitz hat die Fotos digital bearbeitet und die Raumatmosphären als kaleidoskopische Muster dargestellt. Die in diesem Prozess entstandenen Musterwelten nennt Oppitz »Impression Pattern«. Sie bringen das Phantastisch-Imaginative der Realraumabbildungen hervor und regen beim Betrachten zu einem Wechselspiel zwischen Detail und Ganzem an. Zur Ausstellung ist ein Katalog erschienen; er enthält neben den Ausstellungsbildern auch die Fotos, die

die Mitarbeitenden gemacht haben, sowie deren Ideen und Kommentare.

»Orte der Inspiration« ist ein Projekt der Ausstellungsreihe Art & Technology, die Kunst und Technologie in Wechselwirkung stellt. Die Ausstellung ist bis September 2017 in unseren öffentlichen Räumen zu besichtigen. Öffnungszeiten: Mo. – Do. 8-17 Uhr, Fr. 8–15 Uhr.

5 Die Künstlerin Christina Oppitz (l.), Institutsleiter Prof. Dr. Albert Heuberger und die Kuratorin Dr. Anne Krefling bei der Vernissage am 27. Oktober im Fraunhofer IIS in Erlangen.



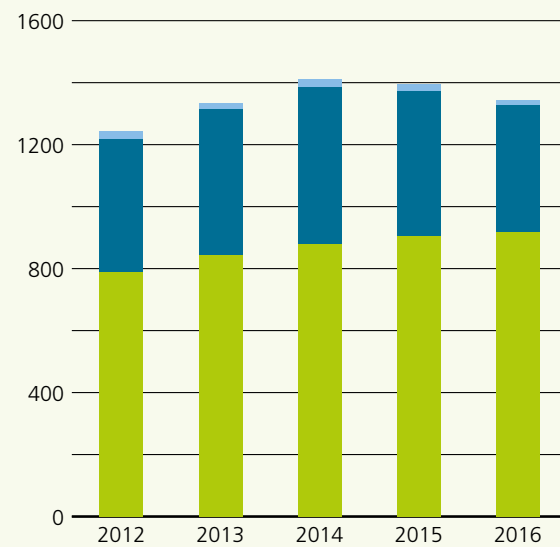
# FRAUNHOFER IIS IN ZAHLEN

## Anzahl der Festangestellten weiter ansteigend

Im Geschäftsjahr 2016 konnten wir wie in den vergangenen Jahren moderat wachsen. Die Zahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stieg von 907 im vorherigen Jahr auf 919. Dabei handelt es sich um Mitarbeitende, die dem Stellenplan angerechnet werden. Geringfügig Beschäftigte sind in der Grafik nicht aufgeführt. Wir beschäftigen 410 studentische Hilfskräfte und 16 Auszubildende.

- festangestellte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- stud. Hilfskräfte
- Auszubildende

**919**  
Mitarbeitende

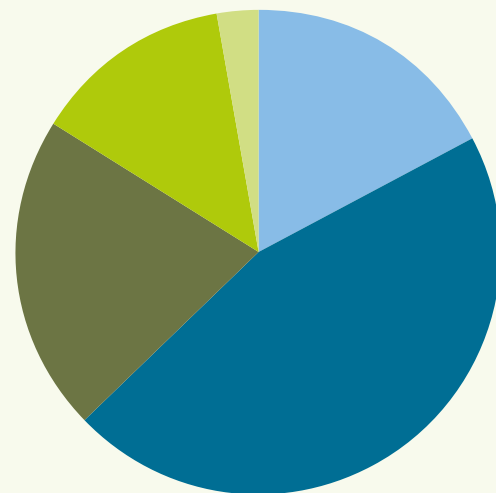


## Mehrheit der Forschenden unter 40 Jahren

Viele unserer Mitarbeitenden starten direkt nach dem Studium ihre Karriere mit Fraunhofer. 17 Prozent des wissenschaftlichen Personals sind jünger als 30. Fast die Hälfte der Forschenden sind zwischen 30 und 39 Jahre alt. Rund ein Fünftel ist 40–49 Jahre. Knapp 16 Prozent sind älter als 50. In der Statistik ist studentisches Personal nicht berücksichtigt.

- ≤ 29 Jahre
- 30–39 Jahre
- 40–49 Jahre
- 50–59 Jahre
- ≥ 60 Jahre

**38,5**  
Durchschnittsalter des wissenschaftlichen Personals



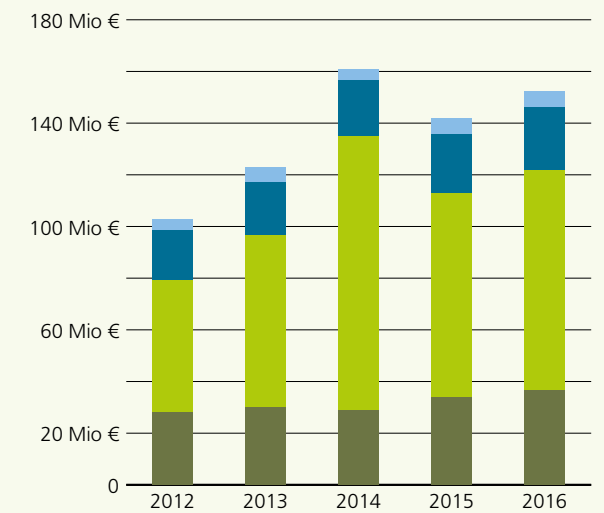
## Finanzierung weiterhin ausgeglichen

Im Jahr 2016 finanzierte sich das Fraunhofer IIS zu 56 Prozent aus Mitteln von Industrie und Wirtschaft, zu 24 Prozent aus der Grundfinanzierung durch die Fraunhofer-Gesellschaft und zu 20 Prozent aus öffentlichen und sonstigen Erträgen.

Im Jahr 2014 gab es hohe Einmalzahlungen für Lizenzen. In den Jahren 2015 und 2016 erreichten die Einnahmen wieder ein stabiles Niveau.

- Grundfinanzierung
- Wirtschaftserträge
- Öffentliche Erträge
- Sonstige Erträge

**152 MIO €**  
Finanzierung

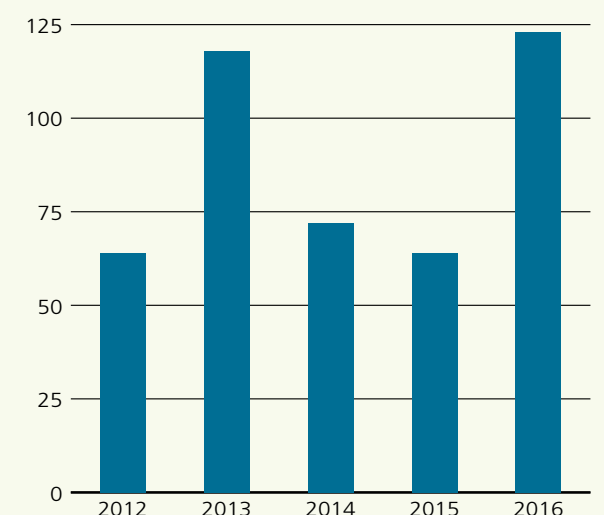


## Höchststand an Erfindungsmeldungen

Bereits in den vergangenen Jahren war die Anzahl an Erfindungsmeldungen am Fraunhofer IIS immer über 60 und damit auf einem hohen Niveau.

Im Jahr 2016 wurde mit 123 ein absoluter Höchststand an Erfindungen am Fraunhofer IIS gemeldet. Besonders in den Forschungsbereichen Kommunikationssysteme sowie Audio und Medientechnologien gab es mehr Meldungen als in den vorherigen Jahren.

**123**  
Erfindungsmeldungen



**PETER  
BLUM**

AUDI AG

»Um ›Vorsprung durch Technik‹ bei der Audi AG erfolgreich umsetzen zu können, brauchen wir Partner, die in der Lage sind, aktuelle Forschungsergebnisse schnell in **innovative Technologien** umzusetzen. Ein gutes Beispiel dafür ist die Umsetzung des **3D-Sounds** in Kooperation mit dem Fraunhofer IIS. Dadurch können wir unseren Kunden jetzt in vielen Fahrzeugen ein natürliches 3D-Klangerlebnis anbieten und das Hörerlebnis so noch einmal deutlich steigern. Wesentliche Erfolgsfaktoren bei der Zusammenarbeit waren die **Anwendungsorientierung** der Forschung und die hohe **Audiokompetenz** des Fraunhofer IIS.«

»Mit der Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS haben wir für die Maschinenfabrik Reinhausen eine Industrie-4.0-Roadmap entwickelt. Dabei habe ich besonders die **methodische Unterstützung** und die **ganzheitlichen Impulse** zu den Potenzialen der Digitalisierung für unsere Wertschöpfungsprozesse als wertvoll empfunden. Das Ergebnis geht in unsere Projektlandkarte ein und hilft mir bei der Priorisierung der Themen für die nächsten Jahre.«

**DR. BERND  
KEMPA**

MASCHINENFABRIK  
REINHAUSEN GMBH

**BERND  
WACKER**

SIEMENS AG

»Die Dynamik der digitalen Technologien – vom Sensor über die Vernetzung von Prozessen und Informationen bis zur komplett digitalisierten Fabrik **treibt Innovationen in alle Richtungen**. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IIS arbeitet Siemens daher in der Forschung und Entwicklung an **neuen Lösungen für Industrie-4.0-Anwendungen**.«

## DAS FRAUNHOFER IIS – IHR PARTNER!

Herausragende Ideen. Praxisnahe Forschung. Vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Das Fraunhofer IIS ist Partner für Kunden aus der Wirtschaft und öffentlichen Einrichtungen. Wir entwickeln, realisieren und optimieren Verfahren, Produkte und Anlagen bis zur Einsatz- und Marktreife. Durch die flexible Vernetzung der Kompetenzen und Kapazitäten im Institut werden wir auch umfassenden Projektanforderungen und komplexen Systemlösungen gerecht.

### Marktstudien – Wissen für Innovationen

Wir beraten Sie im Vorfeld einer Forschungskoope-ration durch maßgeschneiderte Studien, Marktbeobachtungen, Trendanalysen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

### Beratung und Projektbegleitung

Sie können uns engagieren für die Beratung in technologischen Fragen, für die Verbesserung einzelner Arbeitsprozesse oder für eine komplette Produktentwicklung. Wir erstellen Handlungsempfehlungen für Ihre Investitionsentscheidungen. Des Weiteren unterstützen wir Sie bei der Implementierung neuer Technologien und helfen Ihnen, Ihre Anwendungen erfolgreich zu realisieren.

### Forschung nach Bedarf

Industrie- und Dienstleistungsunternehmen jeder Größe profitieren von der Auftragsfor-schung; Gern geben wir unser Know-how weiter. Für unsere Kunden aus Unternehmen entwickeln und optimieren wir Technologien, Verfahren und Produkte bis hin zur Herstellung von Prototypen.

### Lizenzierung von Technologien und Systemen

Die Ergebnisse unserer Forschungsarbeiten stellen wir der Industrie als Patente oder Lizenzen zur Verfügung.



### KONTAKT

#### Dr. Christian Forster

Geschäftsfeldentwicklung und Innovation

Telefon +49 9131 776-1066

christian.forster@iis.fraunhofer.de





## FRAUNHOFER IIS IM PROFIL

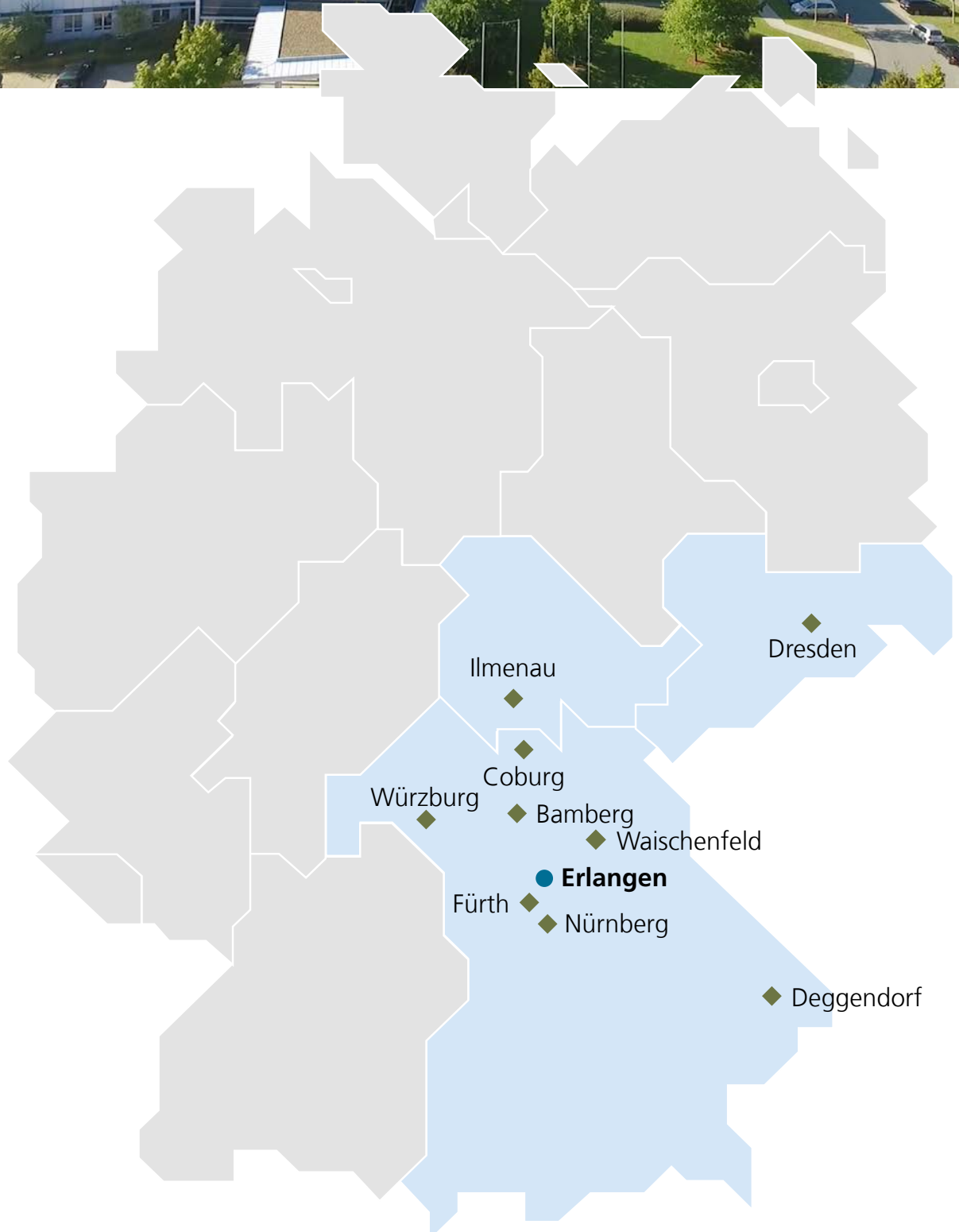
Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen ist eine weltweit führende anwendungsorientierte Forschungseinrichtung für mikroelektronische und informationstechnische Systemlösungen und Dienstleistungen. Es ist heute das größte Institut der Fraunhofer-Gesellschaft. Unter anderem mit der maßgeblichen Beteiligung an der Entwicklung der Audio-codierverfahren mp3 und MPEG AAC ist das Fraunhofer IIS weltweit bekannt geworden.

In enger Kooperation mit den Auftraggebern betreiben die Wissenschaftler internationale Spitzenforschung in folgenden Forschungsfeldern:

- Audio und Medientechnologien
- Bildsysteme
- Energiemanagement
- IC-Design und Entwurfsautomatisierung
- Kommunikation
- Lokalisierung
- Medizintechnik
- Sensorsysteme
- Sicherheitstechnik
- Versorgungsketten
- Zerstörungsfreie Prüfung

Über 900 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in der Vertragsforschung für die Industrie, für Dienstleistungsunternehmen und öffentliche Einrichtungen. Das 1985 gegründete Institut hat 13 Standorte in 10 Städten: in Erlangen (Hauptsitz), Nürnberg, Fürth und Dresden sowie in Bamberg, Waischenfeld, Coburg, Würzburg, Ilmenau und Deggendorf. Das Budget von 150 Mio € pro Jahr wird bis auf eine Grundfinanzierung in Höhe von 24 Prozent aus der Auftragsforschung finanziert.

*Die Organisationseinheiten der einzelnen Standorte finden Sie im Organigramm auf den nachfolgenden Seiten.*



Hauptsitz ●  
Standorte ◆

# FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT IN DEUTSCHLAND



Die Fraunhofer-Gesellschaft  
betreibt in Deutschland derzeit 69  
Institute und Forschungseinrich-  
tungen.

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 69 Institute und Forschungseinrichtungen. 24 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,1 Mrd €. Davon fallen 1,9 Mrd € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 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.



# FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT WELTWEIT



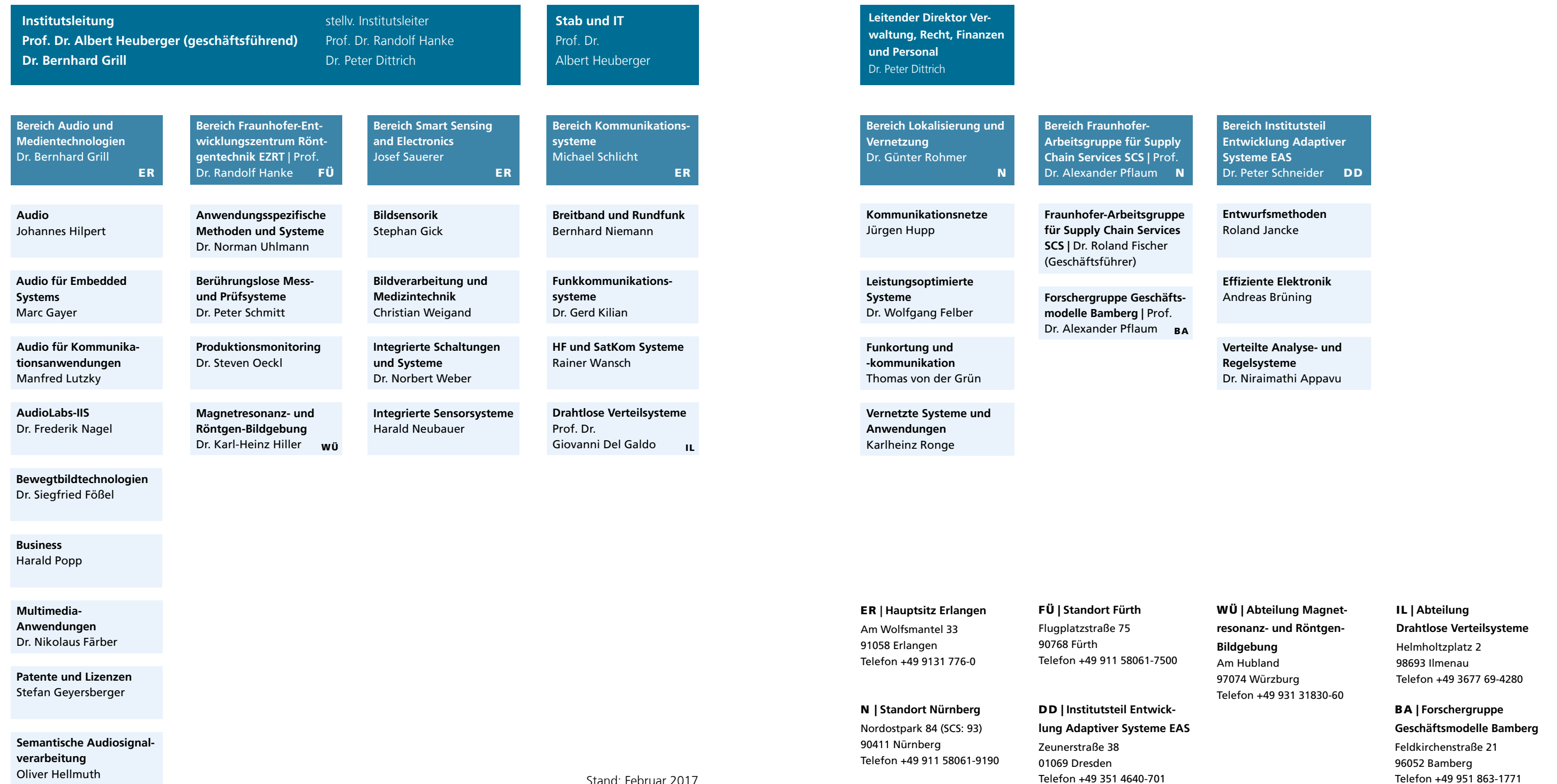
*Fraunhofer betreibt Tochtergesellschaften in Europa und in Nord- und Südamerika. Representative Offices und Senior Advisors weltweit bilden die Brücke zu den lokalen Märkten. Ein Büro in Brüssel fungiert als Schnittstelle zwischen Fraunhofer und den europäischen Institutionen. Zahlreiche strategische Kooperationen mit exzellenten internationalen Partnern ergänzen das Portfolio.*



[www.fraunhofer.de/  
international](http://www.fraunhofer.de/international)



# ORGANIGRAMM



Stand: Februar 2017



## MITGLIEDER DES KURATORIUMS

Das Kuratorium berät die Institutsleitung und fördert die Kontakte des Instituts zu Organisationen und zur Industrie.

**MinRin Dr. Annerose Beck**, Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Leiterin des Referats »Bund-Länder-Forschungseinrichtungen«

**Jürgen Beuthner**, TechniSat Digital GmbH, ehem. Geschäftsführer

**Dr. Bernd Ebersold**, Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Leiter der Abteilung »Forschung und wissenschaftliche Infrastruktur«

**Dr. Gerd Gruppe**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Mitglied des Vorstands

**Prof. Dr. Karl-Dieter Gröske**, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, ehem. Präsident

**Klaus Helmrich**, Siemens AG, Mitglied des Vorstands

**Prof. Franz Kraus**, ARRI AG, Geschäftsführender Vorstand

**MinR Dr. Ulf Lange**, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Leiter des Referats »Kommunikationssysteme; IT-Sicherheit«

**Dr. Dietmar Schill** (Kuratoriumsvorsitzender), Sony Deutschland GmbH, Hauptgeschäftsführer

**MinR Dr. Alexander Tettenborn**, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Leiter des Referats »Entwicklung digitaler Technologien«

**MinR Norbert Michael Weber**, Bundesministerium der Verteidigung, Leiter des Referats »Grundlagenforschung, Forschungsinstitute, Internationale F&T-Kooperation«

**Jürgen Weyer**, VP Automotive Sales EMEA, NXP Semiconductors

**Reiner Würz**, Continental Automotive GmbH, R&D Advanced Development Manager

## AUSZEICHNUNGEN UND PREISE

### Joseph-von-Fraunhofer-Preis

Alexander Zink, Martin Speitel, Max Neuendorf für die Entwicklung von Digitalradio-Technologien

### Hugo-Geiger-Preis

Dr. Gerd Kilian für seine Promotionsarbeit zur Optimierung von Telemetriesystemen

### PCB-Design Award

2. Platz, Alfred Holzberger für sein Leiterplattendesign in der Kategorie »3D / Bauraum«

### Ernst-Blicke-Studienpreis

Dominik Soller für seine Masterarbeit »SDR-Framework mit abgesetzter Monitoring-Funktionalität«

### Dr.-Ing. Siegfried Werth Stiftungspreis

Thomas Fischer für seine Bachelorarbeit »Untersuchung des Einflusses der Scanzeiten auf die Messgenauigkeit industrieller Computertomographen«

### CNA-Sonderpreis »Intelligenz für Verkehr und Logistik«

Das Projektconsortium »NADINE« für Innovationen im Bereich Verkehr und Logistik

### Publikumspreis Foresight-Filmfestival

Patricia Petsch und Christina Müller für den Film »JOCO 2034«

### Ehrenmedaille des Bezirks Oberfranken

Prof. Dr. Heinz Gerhäuser für seine Verdienste um Oberfranken

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger  
Dr.-Ing. Bernhard Grill

Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
Telefon + 49 9131 776-0  
Fax +49 9131 776-2099  
info@iis.fraunhofer.de  
www.iis.fraunhofer.de

### Redaktion

Thoralf Dietz, Heiko Wörrlein, Angela Raguse-Föbel, Thomas Kondziolka, Matthias Rose, Daniela Rembor, Patricia Petsch, Sabine Straka, Janine van Ackeren (extern)

### Layout und Produktion

Kerstin Krinke, Kathrin Brohasga

### Lektorat

Eva Bachmann/Redaktionsbüro Bachmann, Thoralf Dietz

### Druck

Nova Druck Goppert GmbH

### Kontakt

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Unternehmenskommunikation  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
Telefon + 49 9131 776-1631  
Fax + 49 9131 776-1649  
presse@iis.fraunhofer.de

### Bildquellen

Seite 4, 5, 6, 8, 10, 16, 22, 26:  
Fraunhofer IIS/David Hartfiel

Kontaktbilder Seite 13, 21, 25, 31, 39, 47, 50, 55:  
Fraunhofer IIS/Karoline Glasow  
Seite 14: Fraunhofer IIS/Valentin Schilling  
Seite 15 links: Danijel Levich – Fotolia.com  
Seite 21: Fraunhofer IIS/viaframe  
Seite 24: Dirk Mahler/Fraunhofer  
Seite 25 links: Fraunhofer IIS/Kurt Fuchs  
Seite 31: Fraunhofer IIS/David Hartfiel/  
Vadimsadovski – Fotolia.com  
Seite 33: Kurt Fuchs/CNA  
Seite 34: Fraunhofer IIS/David Hartfiel/Franziska Köhler  
Seite 40: Procter & Gamble  
Seite 41 links: Smileus – Fotolia.com  
Seite 41 rechts: CWS-boco International  
Seite 42: Fraunhofer IIS/Johann Hauer  
Seite 43 links: Fraunhofer IIS/Marc Rudolf  
Seite 43 rechts: Jungheinrich AG  
Seite 45 rechts: Ergo Tec GmbH  
Seite 49: Fraunhofer IIS/Kurt Fuchs  
Seite 51 rechts: Fraunhofer IIS/Giulia Iannicelli  
Alle übrigen Abbildungen: © Fraunhofer IIS

Alle Rechte vorbehalten.


Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung  
der Redaktion.

### Berichtszeitraum

1. Januar 2016 bis 31. Dezember 2016  
© Fraunhofer IIS  
Erlangen, Februar 2017

 @FraunhoferIIS

 facebook.com/FraunhoferIIS

 xing.com/companies/fraunhoferiis

 linkedin.com/company/fraunhofer-iis





