



Fraunhofer

IIS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR INTEGRIERTE SCHALTUNGEN IIS



HIGHLIGHTS
2013
JAHRESBERICHT

INSTITUTSPROFIL

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR INTEGRIERTE SCHALTUNGEN IIS

Die Fraunhofer-Gesellschaft gehört mit ihren 67 Instituten und selbstständigen Forschungseinrichtungen in Deutschland sowie zahlreichen nationalen und internationalen Einrichtungen in Europa, USA und Asien zu den führenden Forschungseinrichtungen für angewandte Forschung. Rund 23 000 Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro.

Das 1985 gegründete Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen ist heute das größte Fraunhofer-Institut in der Fraunhofer-Gesellschaft. Mit der maßgeblichen Beteiligung an der Entwicklung der Audiocodierverfahren mp3 und MPEG AAC ist das Fraunhofer IIS weltweit bekannt geworden.

In enger Kooperation mit den Auftraggebern forschen und entwickeln die Wissenschaftler in folgenden Forschungsfeldern: Audio & Multimedia, Bildsysteme, Energiemanagement, IC-Design und Entwurfsautomatisierung, Kommunikation, Lokalisierung, Medizintechnik, Sensorsysteme, Sicherheitstechnik sowie Versorgungsketten und Zerstörungsfreie Prüfung.

Mehr als 780 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in der Vertragsforschung für die Industrie, für Dienstleistungsunternehmen und öffentliche Einrichtungen. Das Fraunhofer IIS mit dem Hauptsitz in Erlangen hat weitere Standorte in Nürnberg, Fürth, Würzburg, Ilmenau, Dresden, Bamberg, Deggendorf und Coburg. Das Budget von über 102 Millionen Euro wird bis auf eine Grundfinanzierung in Höhe von 25 Prozent aus der Auftragsforschung finanziert.

Mehr Informationen unter: www.iis.fraunhofer.de

TITEL Röntgenaufnahme eines Autos mit XXL-Computertomographie, siehe High-light-Bericht S. 32 ff.

HIGHLIGHTS
2013
JAHRESBERICHT

»WIR MACHEN DIE RICHTIGEN DINGE.
WIR MACHEN DIE DINGE RICHTIG.«

Auszug aus dem Leitbild des Fraunhofer IIS

WIR INVESTIEREN FÜR SIE

Sehr geehrte Damen und Herren,

»Wir machen die richtigen Dinge« und »Wir machen die Dinge richtig« sind zwei zentrale Aussagen unseres im Jahr 2013 verabschiedeten Leitbilds. Unser Anspruch ist es, die beste Lösung für die Problemstellung für Sie, unsere Kunden, zu finden. Maßstab sind zufriedene Auftraggeber, die von unseren Lösungen überzeugt sind.

Basis für nachhaltige und technologisch ambitionierte Ergebnisse sind neben kreativen und unternehmerisch denkenden Mitarbeitern auch eine exzellente Infrastruktur. Dank unserer wirtschaftlichen Erfolge konnten wir im vergangenen Jahr umfangreiche Investitionen tätigen, um für unsere Kunden auch zukünftig die »richtigen Dinge richtig machen« zu können. Im Frühjahr haben wir in an unserem Standort im Nürnberger Nordostpark unser Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. eröffnet. Dort bündeln wir die Leittechnologien Lokalisierung, Identifikation, Navigation und Kommunikation und bieten für die Entwicklung neuer Technologien und Dienstleistungen die optimale Kombination aus technologischem Umfeld und realistischen, anwendungsnahen Prüfbedingungen. In Fürth haben wir für den Institutsbereich Entwicklungszentrum Röntgentechnik ein neues Gebäude für etwa 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit zahlreichen Labors und modernster Infrastruktur eröffnet. Hier werden zukunftssträchtige Technologien zur zerstörungsfreien Materialcharakterisierung entwickelt. Mit der Gründung zweier Anwendungszentren an der Hochschule Coburg – für drahtlose Sensorik – und an der Technischen Hochschule Deggendorf – für CT in der Messtechnik – schlagen wir die Brücke zu den seit jeher anwendungsorientiert arbeitenden Fachhochschulen. Last but not least hat unsere Fraunhofer-Arbeitsgruppe Supply Chain Services gemeinsam mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg das Zentrum für altersgerechte Dienstleistungen (ZAD) gegründet. Das ZAD entwickelt beispielsweise Strategien, wie Belegschaften trotz demografischen Wandels innovativ bleiben oder wie Produkte und Dienstleistungen für die Zielgruppe 50+ optimiert werden können.

Liebe Leserinnen und Leser, wir danken Ihnen für das entgegengebrachte Vertrauen im vergangenen Jahr. Überzeugen Sie sich anhand dieses Jahresberichts, dass Ihr Vertrauen Ansporn für uns ist, die Dinge noch besser zu machen. Wir freuen uns auf Sie!

Mit freundlichen Grüßen
Prof. Dr. Albert Heuberger, Institutsleiter



FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT INTERNATIONAL



WELTWEIT VOR ORT

FRAUNHOFER IN DEUTSCHLAND

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 67 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 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.

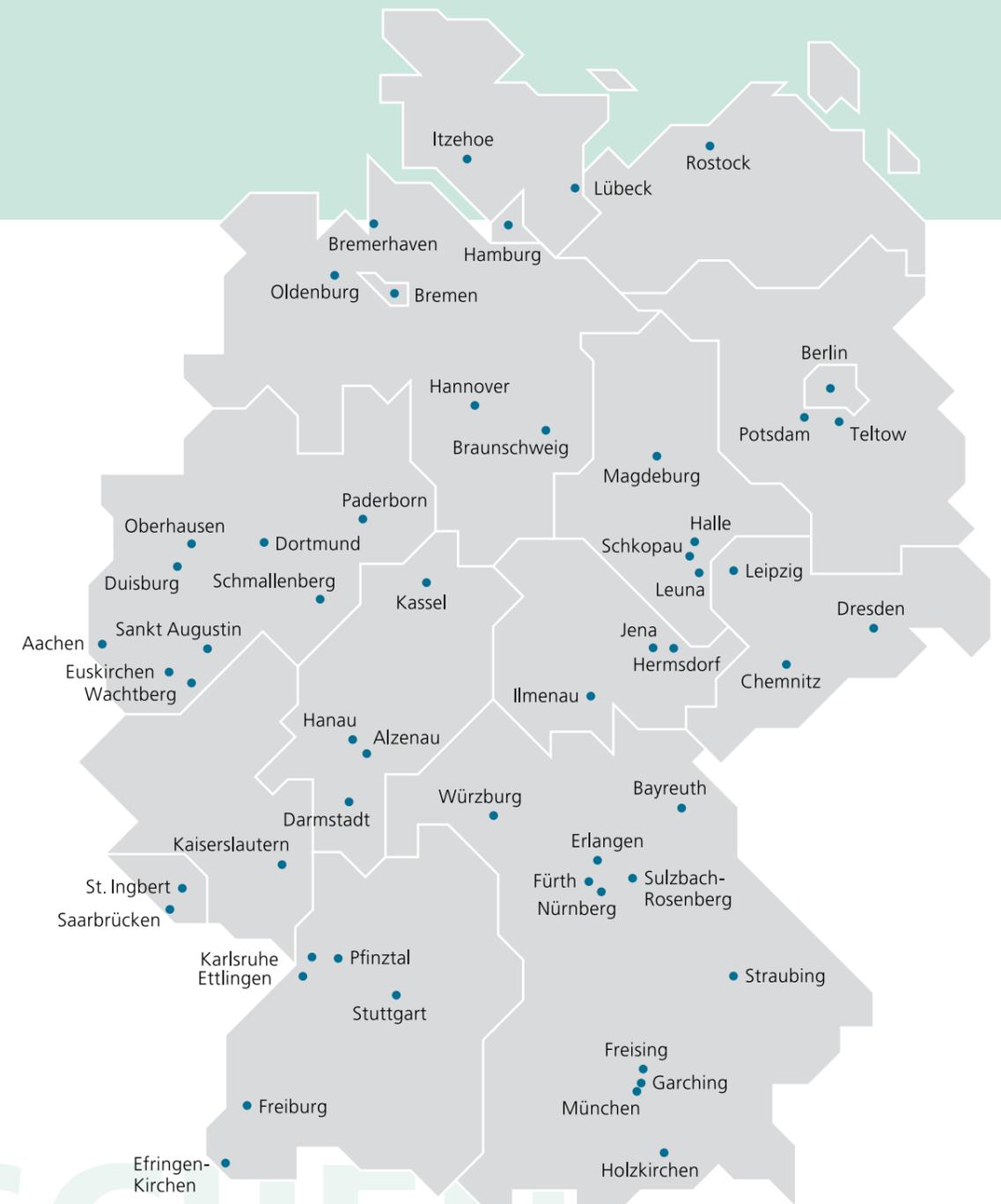
Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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.

www.fraunhofer.de



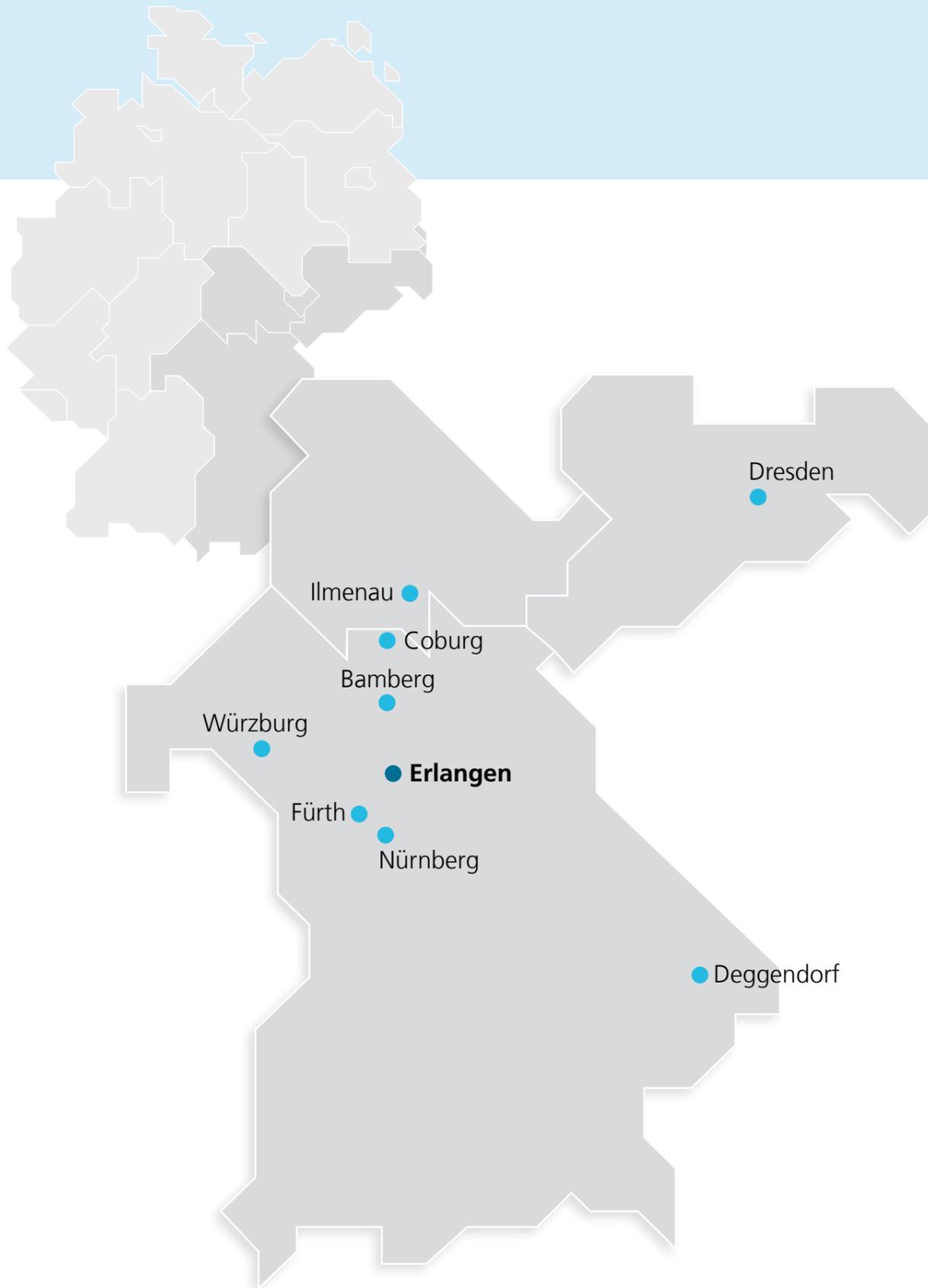
FORSCHEN FÜR DIE PRAXIS

FRAUNHOFER IIS IM PROFIL

Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS ist mit rund 780 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einem Umsatz von über 100 Millionen Euro das größte Institut der Fraunhofer-Gesellschaft. Es ist mittlerweile an mehreren Standorten in Bayern, Sachsen und Thüringen vertreten. Seine Kompetenzen hat das Institut in Forschungsfeldern gebündelt, um seinen Kunden umfassende Lösungen aus einer Hand anbieten zu können. Nachfolgende Übersicht zeigt, welche Forschungsfelder an welchen Standorten vertreten sind.

Forschungsfelder verteilt auf die Standorte

	Erlangen	Nürnberg	Fürth	Ilmenau	Würzburg	Dresden	Bamberg	Coburg	Deggendorf
Zerstörungsfreie Prüfung			•		•				•
Bildsysteme	•								
Kommunikation	•	•		•				•	
Sensorsysteme	•	•				•		•	
IC-Design und Entwurfsautomatisierung	•					•			
Medizintechnik	•							•	
Lokalisierung	•	•					•	•	
Versorgungsketten		•					•		
Audio & Multimedia	•								
Energiemanagement	•	•				•			
Sicherheitstechnik	•	•	•	•	•			•	



DAS IIS ALS PARTNER

Das bieten wir auf Vertragsbasis an:

**FORSCHUNGS- UND
ENTWICKLUNGSLEISTUNGEN**

**LIZENZIERUNG VON TECHNO-
LOGIEN UND SYSTEMEN**

**BERATUNG UND PROJEKT-
BEGLEITUNG**

MARKTSTUDIEN

Forschung im Auftrag der Zukunft – Nutzen für Ihr Unternehmen

Das Fraunhofer IIS betreibt international vernetzt Spitzenforschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft. Mit technologie- und anwendungsorientierten Innovationen für unsere Auftraggeber tragen wir zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit unserer Region, Deutschlands und Europas bei.

Wir machen die richtigen Dinge

Als anwendungsorientierte Forschungseinrichtung denken wir technologisch voraus, treiben Ideen voran und sehen uns als Impulsgeber für Technologien und Anwendungen von morgen. Wir kennen die Bedürfnisse unserer Auftraggeber aus Wirtschaft und öffentlicher Hand und bringen den aktuellen Stand der Technik voran.

Auf Basis unserer Kompetenzen und Erfahrungen erarbeiten wir nachhaltige, technologisch ambitionierte Lösungen, die unseren Auftraggebern und uns helfen, sich auf nationalen und internationalen Märkten zu behaupten. Mit unseren Forschungsergebnissen tragen wir zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen bei.

Zur Unterstützung einer anwendungsbezogenen Ausbildung junger Menschen bringen wir unsere Erkenntnisse auch in die Lehre an Universitäten und Hochschulen ein.

Wir machen die Dinge richtig

Wir richten uns in unserer Forschung nach den neuesten Verfahren und Erkenntnissen und ergänzen unsere eigenen Forschungskompetenzen durch die Zusammenarbeit mit ausgewählten Partnern.

Die beste Lösung für die Problemstellung unserer Auftraggeber ist unser Anspruch. Unsere Mitarbeiter sind Basis für den Erfolg des Instituts. Ihr kreatives und unternehmerisches Denken ist die Grundlage für eine erfolgreiche Arbeit innerhalb des Fraunhofer-Modells. Wir verbessern ständig unsere Prozesse, sichern unser Wissen auch in Patenten und schaffen damit verlässliche Rahmenbedingungen für unsere Auftraggeber und Partner.

**FRAUNHOFER IIS –
IM AUFTRAG IHRER ZUKUNFT!**

ORGANIGRAMM

ER | Hauptsitz Erlangen

Am Wolfsmantel 33
91058 Erlangen
Telefon +49 9131 776-0

N | Standort Nürnberg

Nordostpark 93
90411 Nürnberg
Telefon +49 911 58061-9190

FÜ | Standort Fürth

Flugplatzstraße 75
90768 Fürth
Telefon +49 911 58061-7500

DD | Institutsteil

Entwurfsautomatisierung EAS
Zeunerstraße 38
01069 Dresden
Telefon +49 351 4640-701

WÜ | Projektgruppe Nano-Röntgensysteme zur Materialcharakterisierung

Campus Hubland Nord
Josef-Martin-Weg 63
97074 Würzburg
Telefon +49 931 84246

IL | Projektgruppe

Drahtlose Verteilsysteme/ Digitaler Rundfunk
Helmholtzplatz 2
98693 Ilmenau
Telefon +49 3677 69-4280

BA | Projektgr. Bamberg (Lehrstuhl für BWL, insb. Supply Chain Management)

Feldkirchenstraße 21
96052 Bamberg
Telefon +49 951 863-1771

DEG | Anwendungszentrum

CT in der Messtechnik
Edlmairstraße 6 und 8
94469 Deggendorf
Telefon +49 991 3615-0

CO | Anwendungszentrum

Drahtlose Sensorik
Am Hofbräuhaus 1
96450 Coburg
Telefon +49 9561 317-674

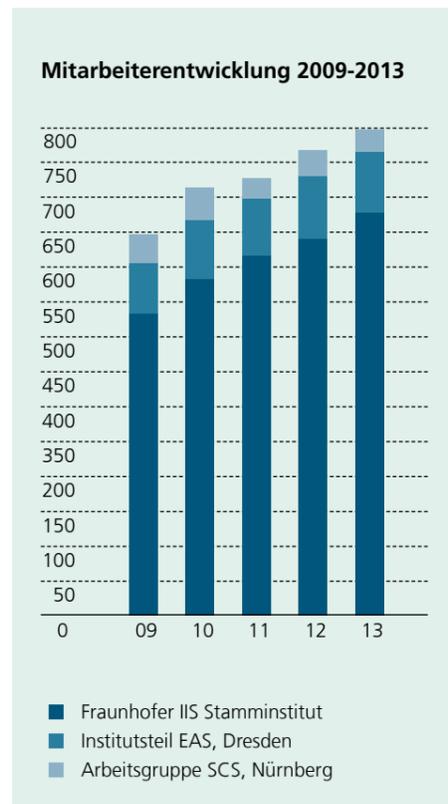


DAS INSTITUT IN ZAHLEN

In den deutschen Chefetagen hat sich im Geschäftsjahr 2013 die Stimmung deutlich aufgehellt. Das unterstrich auch der ifo-Geschäftsklimaindex im letzten Quartal 2013. Die optimistischen Erwartungen der Unternehmen sind auf den höchsten Wert seit dem Frühjahr 2011 gestiegen. Darüber hinaus wuchs der Index zum dritten Mal in Folge, was in der Regel auf eine konjunkturelle Trendwende hindeutet. Dabei zieht sich der Optimismus quer durch alle Branchen.

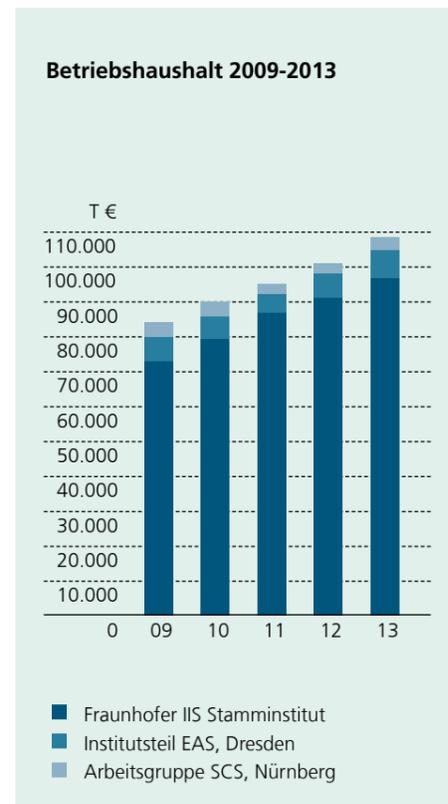
Mitarbeiterentwicklung

Angesichts der guten Stimmung in der deutschen Wirtschaft konkurriert das Fraunhofer IIS mit vielen Unternehmen um hochqualifizierte Bewerber. Hier sind neue Ideen im Personalmarketing und Recruiting gefragt. Ungeachtet dessen konnte das Fraunhofer IIS im vergangenen Geschäftsjahr an den Standorten Erlangen, Nürnberg, Fürth, Dresden, Ilmenau, Würzburg, Bamberg, Coburg und Deggendorf ein moderates Wachstum verzeichnen.



Betriebshaushalt

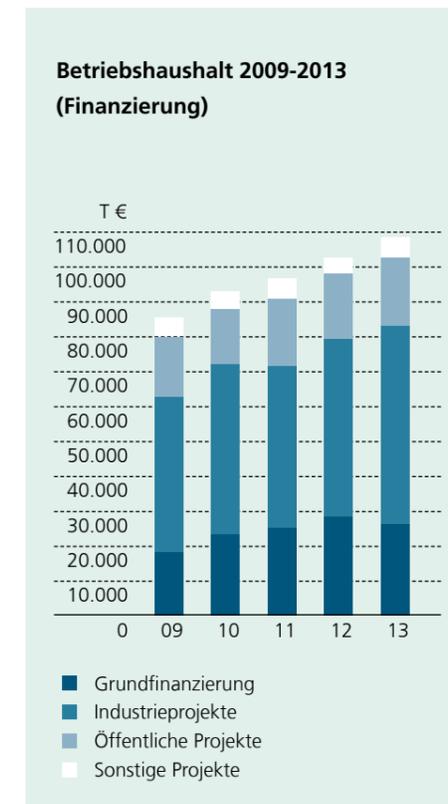
Am Fraunhofer IIS werden neben den derzeitigen auch eine Reihe von neuen Themenfeldern bearbeitet, die von der guten Stimmung in der Wirtschaft profitieren werden. Das Institut finanzierte sich im Geschäftsjahr 2013 zu 24 Prozent aus der Grundfinanzierung durch die Fraunhofer-Gesellschaft, zu 53 Prozent aus Mitteln von Industrie und Wirtschaft und zu 23 Prozent aus öffentlichen und sonstigen Erträgen, wobei das Fraunhofer-Modell als Orientierung dient. Aufgrund der aktuellen Auftragslage erwartet das Fraunhofer IIS auch im Geschäftsjahr 2014 ein ausgeglichenes Jahresergebnis.



Investitionshaushalt

Um sich gegenüber einer global agierenden Konkurrenz behaupten zu können sind neben hoch qualifizierten Mitarbeitern auch fortlaufende Investitionen notwendig. Entsprechend dem Profil des Instituts stellen dabei die Ausgaben für IT-Sicherheit, Rechner, Software und hochwertige Designsoftware in Verbindung mit einem leistungsfähigen Netzwerk die größten Positionen dar.

Der Investitionshaushalt des Instituts setzt sich aus grundfinanzierten und projektfinanzierten Mitteln sowie aus Mitteln aus Lizenz Erlösen zusammen. Im Jahr 2013 wurden der Etat, einerseits bedingt durch den Neubau am Standort Fürth und andererseits durch ein internes Investitionsprogramm, erheblich aufgestockt.



KURATORIUM



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

Die Mitglieder des Kuratoriums

Dr. Annerose Beck
Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

Jürgen Beuthner
TechniSat Digital GmbH

Dr. Gerd Gruppe
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Klaus Helmrich
Siemens AG

Prof. Franz Kraus
ARRI AG

Dr. Ulf Lange
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Prof. Dr. habil. Marion Merklein
Technische Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Dr. Ronald Mertz
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien,
Energie und Technologie

Dr. Dietmar Schill (Vorsitzender)
Sony Deutschland GmbH

Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Schüttler
Universitätsklinikum Erlangen

Dr. Marc Steckling
Astrium GmbH

Dr. Alexander Tettenborn
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Dr. Keith Ulrich
Athenga GmbH

Norbert Michael Weber
Bundesministerium der Verteidigung

Jürgen Weyer
Freescale Halbleiter Deutschland GmbH

Reiner Würz
Continental Automotive GmbH

von links:

Prof. Dr. Jürgen Schüttler,
Reiner Würz, Ronald Mertz,
Prof. Reimund Neugebauer
(Präsident der Fraunhofer-
Gesellschaft),
Dr. Keith Ulrich,
Prof. Dr. Albert Heuberger
(Leiter des Fraunhofer IIS),
Dr. Dietmar Schill,
Jürgen Weyer,
Dr. Marc Steckling,
Jörg Geiger (in Vertretung
für Dr. Annerose Beck),
Prof. Franz Kraus

HE-AAC – WELTWEITER AUDIO-STANDARD FÜR RUNDFUNK UND STREAMING

Schon einmal hat eine Entwicklung des Fraunhofer IIS die Musikindustrie revolutioniert. Durch mp3 wurde Musik zum ersten digitalen, nonphysischen Gut. Und schon steht die nächste Veränderung an: Inhalte werden nicht mehr heruntergeladen, sondern gestreamt. So stehen alle Inhalte zu jeder Zeit auf jedem Gerät zur Verfügung. Wieder bildet eine Technologie die Grundlage, die unter maßgeblicher Beteiligung des Fraunhofer IIS entwickelt wurde.



Die HE-AAC-Software des Fraunhofer IIS ist Teil des Android-Betriebssystems und erlaubt u. a. die Wiedergabe von 5.1 Surround.

DER GUTE KLANG FÜR DAB+, YOUTUBE & CO.

Der offene MPEG-Standard High Efficiency Advanced Audio Coding (HE-AAC) ist heute eines der meistgenutzten Audiocodierverfahren weltweit. Ob Rundfunk oder Streaming: Alle modernen Systeme zur Übertragung von Multimedia-Inhalten nutzen HE-AAC. Über sechs Milliarden Endgeräte können Audioinhalte, die mit HE-AAC codiert wurden, abspielen. Der Grund für den Erfolg des Verfahrens liegt in der Codier-Effizienz. So benötigt der Codec gerade einmal ein Drittel der Datenrate vergleichbarer Verfahren – bei gleicher oder sogar besserer Qualität. Heute entwickelt das Fraunhofer IIS weitere Audiot Technologien, um die Nutzung von HE-AAC weltweit zu fördern. So können mit HE-AAC codierte Filme und Musik dank Cingo mit beeindruckendem Surround-Ton wiedergegeben werden. Dialogue Enhancement verbessert die Sprachverständlichkeit von Dialogen im Fernsehen und xHE-AAC ermöglicht eine Verbesserung der Audioqualität bei sehr niedrigen Datenraten. Gleichzeitig wird am Fraunhofer IIS bereits an der nächsten MPEG-Audio-Generation gearbeitet.

Der ISO-Standard MPEG HE-AAC ist heute eines der weitverbreitetsten Audiocodierverfahren: Kein Handy oder PC, kaum ein Fernsehgerät oder eine Settop-Box arbeitet ohne HE-AAC. So verrichtet der Codec in über sechs Milliarden Geräten seinen Dienst. Und auch die meisten Multimedia-Anwendungen nutzen HE-AAC zur effizienten Übertragung der Audiodaten. Von DAB+ bis YouTube werden Inhalte mit HE-AAC codiert. Damit ist HE-AAC für Rundfunk und Streaming das, was mp3 für den Privatanwender ist: Ein weltweiter Standard ohne den moderne Unterhaltungselektronik und Mediennutzung nicht möglich wäre.

Höchste Codiereffizienz

Der Grund für die Dominanz von HE-AAC liegt in der Effizienz. Denn die Kapazitäten von Rundfunksystemen und mobilen Netzen sind begrenzt – während gleichzeitig die Zahl der mobilen Smartphone-Nutzer und Streaming-Angebote im Netz ständig steigt.

Schon heute werden 20 Prozent der täglich gehörten Musik in Deutschland gestreamt. Damit das weltweite Netz unter der Last der zahllosen Video- und Musikstreams nicht zusammenbricht, ist die effiziente Übertragung der Inhalte von zentraler Bedeutung. Deshalb wird für die Codierung der Audiosignale bevorzugt HE-AAC eingesetzt. Denn HE-AAC liefert beste Klangqualität bei gerade einmal einem Drittel der Datenrate anderer Audiocodices. Zudem unterstützt HE-AAC alle gängi-

gen Kanalkonfigurationen, von Mono bis hin zu 7.1 Surround-Ton. So können Audiodaten in sehr guter Qualität übertragen werden, ohne die Netze zu sehr zu beanspruchen.

Weltweit verbreitet in Streaming und Rundfunk

Aufgrund der einzigartigen Eigenschaften des Codecs setzen Streaming-Angebote wie Amazon VoD, China Mobile, BBC iPlayer, Google Play oder YouTube auf HE-AAC. Dessen Effizienz ist gerade für Streaming-Anbieter bares Geld wert. Denn viele zahlen für die Übertragung der Musik und Videos eine vom Datenvolumen abhängige Gebühr an ihren Provider. Je effizienter das Codierverfahren ist, desto weniger Daten müssen übertragen werden und desto geringer sind die Kosten. Auch Konsumenten, die häufig Mobilfunktarife mit begrenztem Datenvolumen haben, können durch HE-AAC Geld sparen oder bei gleichen Kosten unterwegs länger Musik hören.

HE-AAC ist auch für Rundfunksysteme interessant. Fast alle modernen Digitalradio-Standards setzen auf den Codec, z. B. DAB+ oder Digital Radio Mondiale DRM. Und auch im digitalen Fernsehen ist HE-AAC weltweit verbreitet. So wird der Codec für die Übertragung von Stereo- und Surround-Ton in Südamerika aber auch in vielen Ländern Europas, Asiens und Afrikas eingesetzt.

Kombination verschiedener Technologien

HE-AAC besteht aus mehreren Technologien. Die Basis bildet der AAC-Codec, der als Nachfolger von mp3 entwickelt und standardisiert wurde. Prominentester Nutzer des AAC-Codecs ist der Online Musikshop iTunes von Apple. AAC bietet beste Klangqualität bis hin zur Transparenz – d. h. selbst Experten hören keinen Unterschied zwischen Original und codierter Musik. Typische Datenraten für AAC sind 128 bis 256 kbit/s für ein Stereosignal und 256 bis 320 kbit/s für 5.1 Surround-Ton.

Für HE-AAC bzw. HE-AACv2 wurde AAC mit den Technologien »Spectral Band Replication« (SBR) und »Parametric Stereo« (PS) kombiniert. Im Fall von HE-AAC wird der untere Teil des Frequenzspektrums weiterhin mit AAC codiert, SBR übernimmt den oberen Teil. SBR ist ein parametrischer Ansatz. Die Beziehung des unteren zum oberen Teil des Frequenzspektrums wird im Encoder analysiert und mittels beschreibender Zusatzdaten gespeichert. Der Decoder kann dann aus dem unteren Teil des Spektrums und den Zusatzdaten das Signal rekonstruieren. In HE-AACv2 kommt zusätzlich »Parametric Stereo« zum Einsatz. Diese Technologie erzeugt bei der Codierung eines Stereosignals einen Mono-Downmix und bestimmt gleichzeitig Parameter, die das ursprüngliche Stereosignal beschreiben. Der Decoder nutzt diese Parameter, um aus dem Monosignal wieder das ursprüngliche Stereosignal zu erzeugen. So sind für die Speicherung von Stereodaten in guter Klangqualität Datenraten von 32 bis 96 kbit/s möglich. Für 5.1 Surround-Ton werden 96 bis 256 kbit/s benötigt.

Made in Erlangen

Entwickelt und in MPEG standardisiert wurde HE-AAC unter maßgeblicher Beteiligung des Fraunhofer IIS. Heute fördert das Institut insbesondere die Anwendung und Verbreitung des Codecs. Dazu wurde z. B. die HE-AAC-Software des Fraunhofer IIS in das Android-Betriebssystem integriert, um den Codec in bestmöglicher Qualität auf Android-Geräten zur Verfügung zu stellen. 2013 unterstützte das Institut

Google dabei, HE-AAC als Audiocodice für die Übertragung des Surround-Tons von Filmen im Google Play Store einzuführen.

Über diese Aktivitäten hinaus werden am Fraunhofer IIS ergänzende Technologien entwickelt, die die Attraktivität des Codecs noch weiter steigern. So wurde 2013 Cingo auf den Markt gebracht. Mit Cingo kann Surround-Klang auch über Stereokopfhörer oder sogar über die integrierten Stereolautsprecher von mobilen Geräten wiedergegeben werden. Zusätzlich verbessert Cingo die allgemeine Klangqualität bei der Wiedergabe von Stereoinhalten auf Tablets oder Smartphones. Als erster Kunde integrierte Google 2013 Cingo in die Tablets und Smartphones der Nexus-Serie. Auch der koreanische Mobilfunkanbieter SK Broadband nutzt Cingo für einen Videoservice für Android-Geräte.

Eine weitere Entwicklung des Fraunhofer IIS, die sich sehr gut mit HE-AAC kombinieren lässt, ist Dialogue Enhancement. Insbesondere Menschen mit Hörproblemen haben meist Schwierigkeiten, Dialogen im Fernsehen zu folgen. Oftmals werden die Gespräche in TV-Serien, Filmen oder Shows überlagert durch Toneffekte oder Hintergrundmusik. Dialogue Enhancement ermöglicht es dem Fernsehpublikum, die Lautstärke von Dialogen anzuheben bzw. die Hintergrundgeräusche zu dämpfen, um so das Programm optimal auf individuelle Bedürfnisse anzupassen. Der besondere Clou: Die notwendige Datenrate steigt nur unwesentlich und die Technologie ist kompatibel mit bereits auf dem Markt befindlichen Geräten.



Ausblick: xHE-AAC und MPEG-H Audio

Mit HE-AAC, Cingo oder Dialogue Enhancement ist die technische Entwicklung der Audiosignalverarbeitung aber noch längst nicht abgeschlossen. Die nächsten Technologiegenerationen stehen schon in den Startlöchern.

xHE-AAC wurde als jüngstes Mitglied der AAC-Familie im Jahr 2012 standardisiert. Dieser Codec kombiniert AAC, SBR und PS mit einer Technologie, die auf die Codierung von Sprache und Musik bei sehr niedrigen Datenraten spezialisiert ist. Im Ergebnis speichert xHE-AAC-Audiosignale schon ab einer Datenrate von 8 kbit/s pro Kanal – und dies gleich gut für Sprach- und Musiksignale. Damit ist xHE-AAC der erste universelle Codec, in dem Sprach- und Audiocodierungstechnologien so miteinander verbunden wurden, dass alle Signaltypen bei extrem niedrigen Datenraten mit guter Qualität gespeichert werden können. Dank dieser einzigartigen Funktionsweise entschied sich das Standardisierungsgremium von Digital Radio Mondiale im Herbst 2013 für xHE-AAC als neuen Audiocodec für die Programmübertragung.

Während die aktuellen AAC-Generationen schon erfolgreich im Markt etabliert oder gerade auf gutem Weg dahin sind, wird bereits an der nächsten MPEG-Generation gearbeitet. Der kommende Standard MPEG-H verspricht dabei im Audiobereich zahlreiche neue Features. Von 3D-Sound bis hin zu interaktiven Audioobjekten werden alle derzeitigen und auch künftigen Wünsche von Rundfunkanstalten und Inhalteanbietern an einen modernen Audiocodec berücksichtigt. Auch hier ist das Fraunhofer IIS wieder maßgeblich beteiligt: So konnte sich der Technologieentwurf des Fraunhofer IIS im Sommer 2013 gegen die weltweite Konkurrenz im MPEG-Wettbewerb durchsetzen und wird damit zur Basis für den neuen Standard.

Mit diesen jüngsten Entwicklungen setzt sich die erfolgreiche Arbeit an Audiotecnologien am Fraunhofer IIS fort. Der Grundstein für eine nachhaltige Entwicklung ist auch in den nächsten Jahren gelegt. Und so wird auch künftig in Fernsehern, Smartphones und Co. Technologie »Made in Erlangen« zu finden sein.

1 Die Audiocodierverfahren des Fraunhofer IIS sind allgegenwärtig: Von der Musikproduktion bis hin zur Wiedergabe auf Endgeräten.

AUDIOTECHNOLOGIE MADE IN ERLANGEN

AAC-LC (Advanced Audio Coding Low Complexity): Exzellente Audioqualität für Mono-, Stereo- und Multikanalton (bis zu 48 Kanäle). Verwendung in Musik- und Video-Download-Angeboten wie Apple iTunes und in TV-Systemen. Typische Datenraten: 128-256 kbit/s (Stereo), 256-320 kbit/s (5.1 Surround).

HE-AAC (High Efficiency Advanced Audio Coding): Hohe Audioqualität für Mono-, Stereo- und Multikanalton (inkl. 7.1) bei niedrigen Datenraten. Ideal für alle Kanäle mit limitierter Übertragungskapazität und De-Facto-Standard für Streaming-Anwendungen. Typische Datenraten: 32-96 kbit/s (Stereo), 96-256 kbit/s (5.1 Surround).

xHE-AAC® (Extended High Efficiency Advanced Audio Coding): Der erste Audiocodec, der Sprach- und Musikcodierung integriert, und so eine gute Klangqualität bei extrem niedrigen Datenraten ermöglicht. Geeignet für alle Anwendungen mit einem Mix aus Sprache und Musik, z. B. Radio. Typische Datenraten: 16 kbit/s (Stereo), 96-256 kbit/s (5.1 Surround).

Dialogue Enhancement: Ermöglicht es dem Fernsehzuschauer, den Audiomix nach persönlichen Vorlieben, Hörumgebung und Hörvermögen individuell einzustellen.

Cingo®: Verbessert die Klangwiedergabe von Stereo-Ton und ermöglicht die Wiedergabe von Surround-Klang auf mobilen Geräten.

MPEG-H: Künftiger MPEG-Audio-Standard für mehr Interaktivität und 3D-Klang.

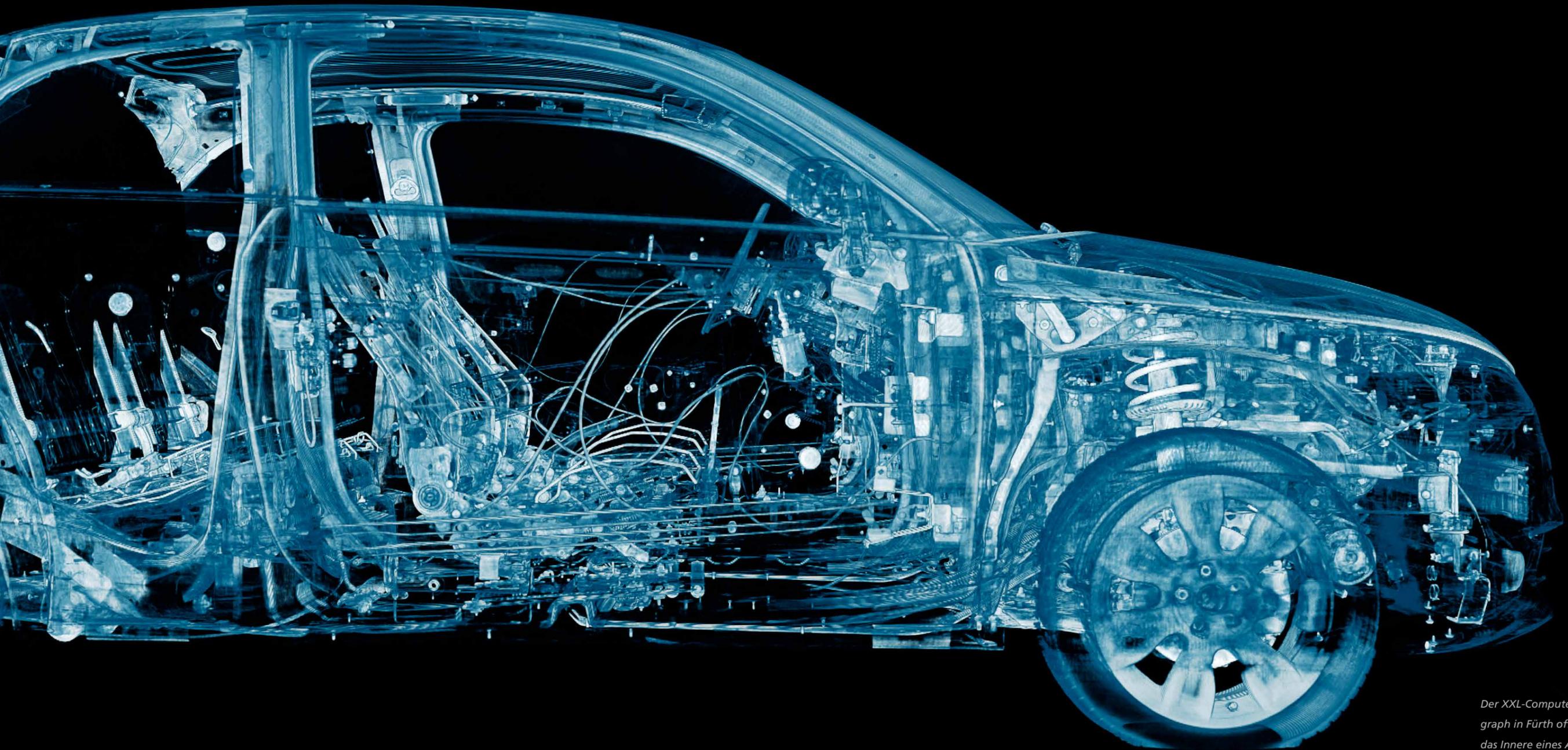
KONTAKT

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

www.iis.fraunhofer.de/audio

GROSS, RIESIG, **XXL-** COMPUTERTOMOGRAPHIE

Automobile, Frachtcontainer und Flugzeugteile – so große und dickwandige Objekte ließen sich mittels Röntgen-Computertomographie bisher meist nur untersuchen, wenn man sie vorab in kleine Komponenten zerlegte und damit zerstörte. In Fürth ist das seit Kurzem anders: Hier steht der weltweit einzigartige XXL-Computertomograph.



Der XXL-Computertomograph in Fürth offenbart das Innere eines Audi A1.

DER BLICK IN SEHR GROSSE OBJEKTE

400 Quadratmeter Grundfläche, 14 Meter Hallenhöhe und zwei acht Meter hohe Manipulationstürme für Röntgenquelle und -detektor im Inneren – das sind die beeindruckenden Maße der LINAC-Testhalle in Fürth. Der Linearbeschleuniger (Linear Accelerator LINAC) des Röntgenzentrums kann ganze Fahrzeuge, Transportcontainer oder Rotorblätter prüfen. Die Objekte können endmontiert untersucht und im submillimeterfeinen Detail räumlich analysiert werden. Sie können Schicht für Schicht betrachtet, als Ganzes oder in Teilvolumina in drei Dimensionen begutachtet werden. Die XXL-Computertomographie kann für Mess- und Prüfaufgaben in zahlreichen Branchen eingesetzt werden. Derzeit sind rund 190 Mitarbeiter im Gebäude des Entwicklungszentrums Röntgentechnik und der angrenzenden Testhalle beschäftigt.

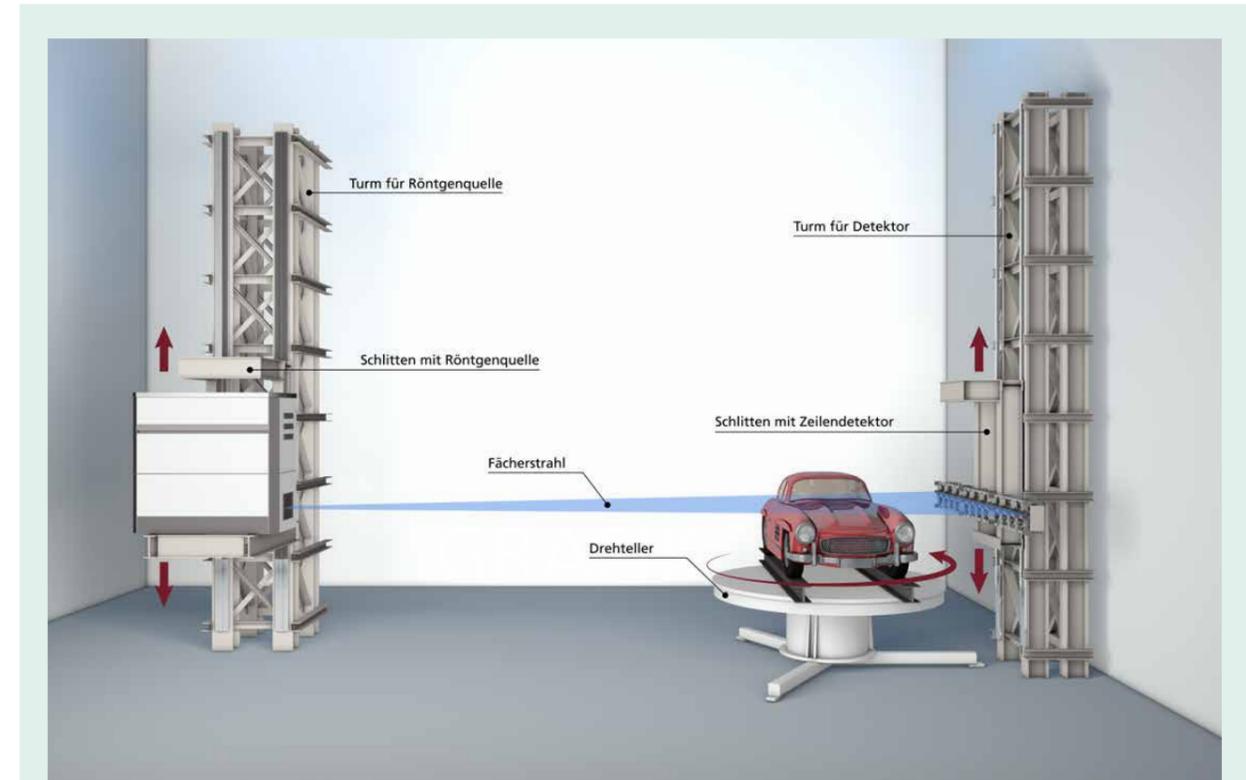
»Weiter – weiter, ja – jetzt, stopp!«, ruft Dr. Michael Böhnel dem Kranführer zu, während er ihm Handzeichen zur Positionierung gibt. Dieser lässt das an einem Deckenkran befestigte Auto langsam herab. Fein säuberlich und mit millimetergenauer Präzision platziert er es auf einem riesigen Drehteller. Es darf sich von nun an keinen einzigen Millimeter mehr bewegen, sonst gibt es Fehler bei der Röntgenaufnahme. Nach einem letzten prüfenden Blick betätigt Böhnel einen Freigabeknopf, der mit einem Startschuss gleichzusetzen ist: Ein schrilles Alarmsignal ertönt, etliche Sicherheitsleuchten beginnen zu blinken. Das Team von Wissenschaftlern begibt sich zum Ausgang der LINAC-Testhalle. Ein Laserscanner prüft an der Sicherheitsschleuse, ob genauso viele Menschen die Testhalle verlassen, wie sie zuvor betreten haben. Das System gibt grünes Licht, und der Anlagenverantwortliche verriegelt die Testhalle. Von nun an darf keiner mehr das von drei Meter dickem Beton geschützte Gebäude betreten. Die Forscher gehen zu ihrem Arbeitsplatz, der Steuerwarte, die sich neben der Testhalle befindet. Von dem geräumigen Büro aus können sie mit Hilfe von Kameras während der Messung einen Blick in das Innere der Halle werfen. Eine Wand von Bildschirmen zeigt aktuelle Daten der Anlage an – so kann jede noch so kleine Unregelmäßigkeit sofort erkannt werden. Nach einem allerletzten Blick auf die Daten gibt Böhnel die Messung frei. Jetzt heißt es warten.

Ein einzigartiges Kompetenzzentrum

Was hier vermessen wird, ist kein kleines Bauteil – es handelt sich um ein vollständiges Fahrzeug. »Mit unserer XXL-CT-Technologie können wir Gegenstände bis zu 4,60 Metern Höhe und einem Durchmesser von bis zu 3,20 Metern mittels Röntgenstrahlung untersuchen. Das eröffnet uns völlig neue Möglichkeiten!«, erklärt Dr. Stefan Kasperl, Projektleiter des XXL-Computertomographen.

Seit Mai 2013 haben Fraunhofer-Forscher die Möglichkeit, ihre Arbeit in diesen Dimensionen durchzuführen. Am neuen Standort Fürth-Atzenhof ist ein internationales Kompetenzzentrum für die industrielle Röntgen- und Computertomographie entstanden. Mit rund 400 Quadratmetern Grundfläche und der Höhe eines großen Mehrfamilienhauses bietet die angeschlossene LINAC-Testhalle genügend Raum für große Ideen. Sie ist europaweit einzigartig.

Die Aufgabe ist es, große Objekte wie z. B. Fahrzeuge, Flugzeugteile oder Frachtcontainer einschließlich ihrer Beladung mittels Röntgenstrahlung zerstörungsfrei zu untersuchen. Zerstörungsfrei ist dabei ein wichtiges Stichwort, denn bisher konnten große und dickwandige Objekte nur geröntgt werden, wenn diese vorher zerlegt bzw. zerstört wurden. Die neue Anlage spart also nicht nur Zeit und Kosten, sondern ermöglicht zudem die Qualitätskontrolle von Objekten, die mit Hilfe herkömmlicher Technik bislang nur bedingt oder gar nicht überprüft werden konnten.



Die LINAC-Testhalle (Linear Accelerator)

In der 14 Meter hohen Testhalle sind zwei acht Meter hohe Manipulationstürme, ein Drehteller von drei Metern Durchmesser sowie die drei Tonnen schwere Röntgenquelle und ein vier Meter langer Detektor installiert.

Mithilfe eines Lastkrans auf dem Drehteller positionierten Objekte werden automatisiert und während einer Umdrehung um die eigene Achse Zeile für Zeile durchleuchtet und erfasst. Die Röntgenstrahlenergie kann dabei je nach Material, Größe und Wanddicke des Objekts variiert werden. Es können Energien von maximal neun Megaelektronenvolt (MeV) erreicht werden. Dies entspricht in etwa dem Zwanzigfachen konventioneller industrieller Röntgensysteme. Die gewonnenen Aufnahmedaten werden mit der im Haus entwickelten Software rekonstruiert und anschließend visualisiert. Das Objekt kann danach Schicht für Schicht untersucht und als Ganzes oder in Teilen in drei Dimensionen begutachtet werden. So werden Fehlkonstruktionen, Materialdefekte oder andere von außen unzugängliche Bereiche exakt detektiert, charakterisiert und ausgewertet.

Übersteigt das Prüfobjekt die für eine komplette Aufnahme möglichen Dimensionen, wird es in Teilen aufgenommen und in der Nachbearbeitung präzise zusammengefügt.



Anwendungsmöglichkeiten für viele Branchen

Für die Aufnahmen großer und zum Teil auch sehr dicker, schwer durchstrahlbarer Objekte bedarf es entsprechend hoher Röntgenenergien. Um diese bereitzustellen, ist die Testhalle in Fürth-Atzenhof mit einem Linearbeschleuniger ausgestattet. Er wurde von der Firma Siemens für diese CT-Maschine entwickelt.

Zahlreiche Branchen können künftig von dieser Untersuchungsmethode profitieren. Die Einsatzgebiete reichen von der Prüfung von Flugzeugflügeln über die Qualitätskontrolle und Fehleranalyse im Automobilsektor bis hin zur Erkennung von Gefahr- und Schmuggelgut, z. B. in Seefrachtcontainern. Letzteres könnte sich schon in naher Zukunft als Standardmethode etablieren: Bereits im Jahr 2007 erließen die USA neben zahlreicher anderer Sicherheitsmaßnahmen in Folge des Attentats vom 11. September 2001 die »House Resolution No. 1« im Rahmen des »Safe Port Act«, die demnächst in Kraft treten soll. Nach diesem Gesetz sollen alle Frachtcontainer, die in die USA eingeführt werden, im Absendehafen durchleuchtet werden. Ein zuverlässiges, mehrstufiges Röntgenkonzept spart dabei viel Zeit und folglich auch Geld.

Zuverlässige Testergebnisse bei Materialmix

Ein weiteres hochinteressantes Anwendungsfeld ist die Durchleuchtung von Objekten mit diffizilen Materialeigenschaften, also z. B. Gegenstände mit extremer Materialdichte oder auch Materialmixe wie kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) in Verbindung mit einem festeren Metall. Die leistungsstarke Röntgenanlage ermöglicht auch für Materialien mit solch unterschiedlichen Dichten sehr zuverlässige Testergebnisse.

Trotz der riesigen Ausmaße liefert die Anlage stets zuverlässiges Bildmaterial: »Mit einer effektiven Auflösung unter 0,8 Millimetern an großen Objekten haben wir die Möglichkeit, selbst kleinste Defekte zu erkennen. Wir arbeiten bereits

daran, die Detailerkennbarkeit zu verdoppeln«, resümiert Nils Reims, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gruppe Laborsysteme.

Die Funktionsweise der Anlage lässt sich folgendermaßen zusammenfassen: Das Prüfobjekt wird auf einen Teller mit drei Metern Durchmesser platziert. Die Strahlenquelle und der Detektor fahren während einer Messung synchron auf und ab. Dabei wird das Objekt zeilenweise abgetastet. Daraus ergeben sich einzelne Projektionen. Anschließend wird das Objekt mithilfe des Drehtellers gedreht und die Aufnahme-prozedur wiederholt. Im Laufe der Messung erhält man einen ganzen Satz an Projektionen aus verschiedenen Durchstrahlungsrichtungen. Diese werden im Anschluss von einem Computerprogramm zu einem dreidimensionalen Volumendatensatz rekonstruiert.

In Zukunft noch größer

Künftig ist geplant, ein weiteres Aufnahmeverfahren zu entwickeln und anzuwenden, das jeder kennt, der bereits in einem medizinischen CT-Scanner untersucht wurde: Dort dreht sich nicht der Patient, sondern die Röhre und der Detektor. Diese Funktionsweise soll auf das XXL-CT-Projekt übertragen werden – auf einem etwa zehn Meter hohen Ring werden sich Röntgendetektor und -quelle um noch größere und längere Objekte drehen. Mit dieser Ausbaustufe ist das Projekt aber noch lange nicht abgeschlossen: »Wir haben noch weitaus mehr Ideen, die bisher aber nur in unseren Köpfen existieren«, erklärt Michael Schmitt, Mitarbeiter der Gruppe Software-systeme. Die Forscher werden weiterhin an ihrer Anlage tüfteln. Denn vielleicht entwickelt sich das XXL-Forschungsprojekt in fünf Jahren bereits zu einem industriellen Standard.

1 Der Zeilendetektor der XXL-Computertomographie-Anlage.

2 Die Fraunhofer-Wissenschaftler Dr. Michael Böhnel (l.) und Nils Reims diskutieren die Aufnahme eines Elektro-Sportwagens.

DREI FRAGEN AN DR. MICHAEL BÖHNEL

Dr. Michael Böhnel arbeitet in der Abteilung Anwendungsspezifische Methoden und Systeme des Bereichs Entwicklungszentrum Röntgentechnik am Fraunhofer IIS.

Was begeistert Sie an der Röntgentechnologie?

Fraunhofer hat sich mit der XXL-Anlage getraut, ein Forschungsprojekt in Angriff zu nehmen, das die Dimensionen des bisher Dagewesenen um ein Vielfaches überragt. Mit dem, was wir hier tun und künftig noch vorhaben – man muss ja sagen, dass wir noch am Anfang stehen – betreten wir absolutes Neuland. Es ist wirklich faszinierend, dreidimensionale Daten von derartig großvolumigen Objekten erzeugen zu können. Das ist schon echt etwas Besonderes und eine wissenschaftlich-technologische Herausforderung der besonderen Art!

Was bedeutet es für Sie, bei Fraunhofer zu arbeiten?

Die Arbeit bei Fraunhofer bedeutet für mich zum einen große Freiheiten zu haben. Man kann Dinge ausprobieren, sich im Team sehr stark einbringen und sich auch mal mit »verrückten« Ideen beschäftigen. Reizvoll für mich ist auch, dass kein Tag dem anderen gleicht. Ich bekomme täglich neue Kundenanfragen, die für mich immer wieder eine neue Herausforderung darstellen. Für mich wird es also nie langweilig und ich lerne immer wieder dazu.

Was sind die Höhepunkte Ihrer bisherigen Arbeit?

Einer der schönsten Momente war, als wir die Anlage in Betrieb genommen haben und dann mit einem Röntgenkünstler die ersten Flächenbilder erzeugt haben. Das waren superschöne Radiografien, sehr detailreich und kunstvoll – das hat mich wirklich begeistert. Und dann natürlich die ersten großen CTs, bei denen wir gesehen haben, dass die Anlage unsere Erwartungen übertrifft. Wir wollen in Sachen Auflösung noch große Schritte machen. Die Anlage ist sehr flexibel und erlaubt uns viele Eingriffsmöglichkeiten. Ich bin sehr optimistisch, dass es weiter vorangehen wird!

XXL-COMPUTERTOMOGRAPHIE AUF EINEN BLICK

Anwendungen

- Defektanalyse: Lunker, Poren, Risse oder Delaminationen ab einer Größe von 0,4 mm
- Materialanalyse: Faserrichtung oder -lage in Materialverbänden, Porositäts- und Dichteverteilung
- Qualitäts- und Montagekontrolle: Korrektheit und Vollständigkeit der Montage von Bauteilen, Kabellage oder Schweiß-, Kleb- und Steck-Verbindungen
- Sicherheitskontrolle: Fremdkörper, illegales oder gefährliches Gut
- Sortierung: Materialien zur Werkstofftrennung und Rohstoffrückgewinnung

Anwendungsfelder

- Automotive: Komplette Fahrzeuge, Karosserien und Motorblöcke
- Sicherheit: Luft- und Seefrachtcontainer
- Luft- und Raumfahrt: Flugzeugrümpfe, CFK-Materialien, Tragflächen
- Energie: Windrotorblätter, Turbinenschaufeln, Aggregate
- Abfallwirtschaft / Recycling: Müllcontainer, Sortieranlagen
- Transport: Nutzfahrzeugkomponenten, Einzylinderköpfe, Hydrauliksysteme

KONTAKT

Prof. Dr. Randolph Hanke, Telefon +49 911 58061-7510
randolf.hanke@iis.fraunhofer.de

www.iis.fraunhofer.de/roentgen

KOOPERATIVE SYSTEME SCHAFFEN SICHERHEIT AUF DER STRASSE

Dass Autos bei Hindernissen automatisch bremsen oder den Fahrer warnen, kennt man schon. Solche Assistenzsysteme arbeiten mit Kameras oder Radar. Was aber, wenn ein Fußgänger für die Kamera verdeckt ist und unvermittelt auf die Straße tritt? Dann ist die Zeit zum Bremsen oft zu kurz.



Das System Ko-TAG erkennt den Fußgänger, noch ehe der Autofahrer ihn sieht. (Prototypische Anzeige)

DER STRASSENVERKEHR DER ZUKUNFT

Das kooperative System Ko-TAG erkennt die Position der Verkehrsteilnehmer per Funk, d. h. es »sieht« sie, bevor sie in Gefahr geraten, kann rechtzeitig reagieren und einen Unfall verhindern. Ein kleiner Sender beim Fußgänger oder Radfahrer »kooperiert« mit Funksensoren im Auto, die deren Bewegungen registrieren. Das System erkennt, ob der Verkehrsteilnehmer sich in einem Gefahrenbereich befindet und kann dann den Fahrer warnen oder eine automatische Bremsung auslösen. Ko-TAG ist das erste Assistenzsystem, das kooperativ arbeitet. Es erweitert das »Sichtfeld«, und auch bisher verdeckte Verkehrsteilnehmer können rechtzeitig erkannt werden.

Ein sonniger Septembertag in einer lebhaften Kleinstadt. Es ist Wochenende und viel Verkehr auf den Straßen. Plötzlich rollt ein Kleinkind auf einem Bobbycar zwischen parkenden Autos heraus auf die Fahrbahn vor ein Auto – aber ein Unfall bleibt aus. In Sekundenbruchteilen hat das Auto abgebremst, das Kind wird von der nacheilenden Mutter sicher in Empfang genommen. Der Verkehr fließt weiter. Es ist später Vormittag und viele Autofahrer bewegen sich in Richtung des großen Einkaufszentrums. Ohne Verzögerung. Die Ampel an der großen Kreuzung schaltet erst auf Rot, als die Schlange sie passiert hat. Noch einmal eine brenzlige Situation. Ein Auto will nach rechts abbiegen. Aus dem toten Winkel heraus schießt ein Radfahrer nach vorne. Das Auto hält sofort an, der Radfahrer erschrickt kurz, bedankt sich mit einem Kopfnicken und fährt weiter.

Was ist das? Ein Computerspiel, ein Science-Fiction-Szenario? Nein, diese Zukunft gibt es schon. Und dass sie funktioniert, haben Entwickler und Hersteller am 18. und 19. September 2013 in Aschaffenburg bewiesen. Bei der Abschlussdemonstration zum Projekt Ko-FAS erlebten 200 Fachleute aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Medien die »Kreuzung der Zukunft«. Die Präsentation war der Abschluss der vierjährigen Forschungsarbeit der Initiative Ko-FAS (siehe S. 43). Mit Ko-TAG, der kooperativen Ortung für Fahrerassistenzsysteme, ist das Fraunhofer IIS am Projekt beteiligt. Es liefert Schlüsselkompo-

nenten für die Ortungseinheiten und die mobilen Transponder. Die Technologie erweitert die »Sichtbarkeit« von verletzlichen Verkehrsteilnehmern. Ein Funksystem erkennt Fußgänger und Radfahrer, bevor der Autofahrer sie sieht und kann bei einer gefährlichen Situation den Fahrer warnen oder eine Bremsung auslösen. Das ist ideal, wenn Verkehrsteilnehmer von parkenden Autos, wartenden Bussen, Bäumen oder bei schlechten Sichtverhältnissen verdeckt sind. Hier ist die Reaktionszeit für den Fahrer oft zu kurz, um einen Zusammenstoß zu vermeiden.

Sender fragen vom Auto aus die Umgebung ab und identifizieren und orten Fußgänger oder Radfahrer. Sie erkennen deren Bewegungszustand und ermitteln, ob eine Kollisionsgefahr besteht. Diese Funkortungssysteme können Fußgänger oder Radfahrer auch erkennen, wenn sie sich außerhalb des Sichtfelds befinden oder verdeckt sind. Dafür sind verletzliche Verkehrsteilnehmer mit aktiven Transpondern ausgestattet. Diese können in Kleidung, Schulranzen, Fahrradhelmen, Rollatoren oder Mobiltelefonen integriert werden. Das Projekt Ko-FAS lieferte auch Ergebnisse für kritische Situationen zwischen Fahrzeugen und der Steuerung des Verkehrsflusses. Der herausragende Fortschritt des Teilprojekts Ko-TAG ist, dass hier zum ersten Mal ein Fahrerassistenzsystem für die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer entwickelt wurde, während bisherige Systeme vorwiegend Autofahrer schützten.

»Mit Ko-TAG erschließen wir eine neue Dimension der Fahrsicherheit.«

Dr. Ralph Hasshofer, BMW Forschung und Technik GmbH

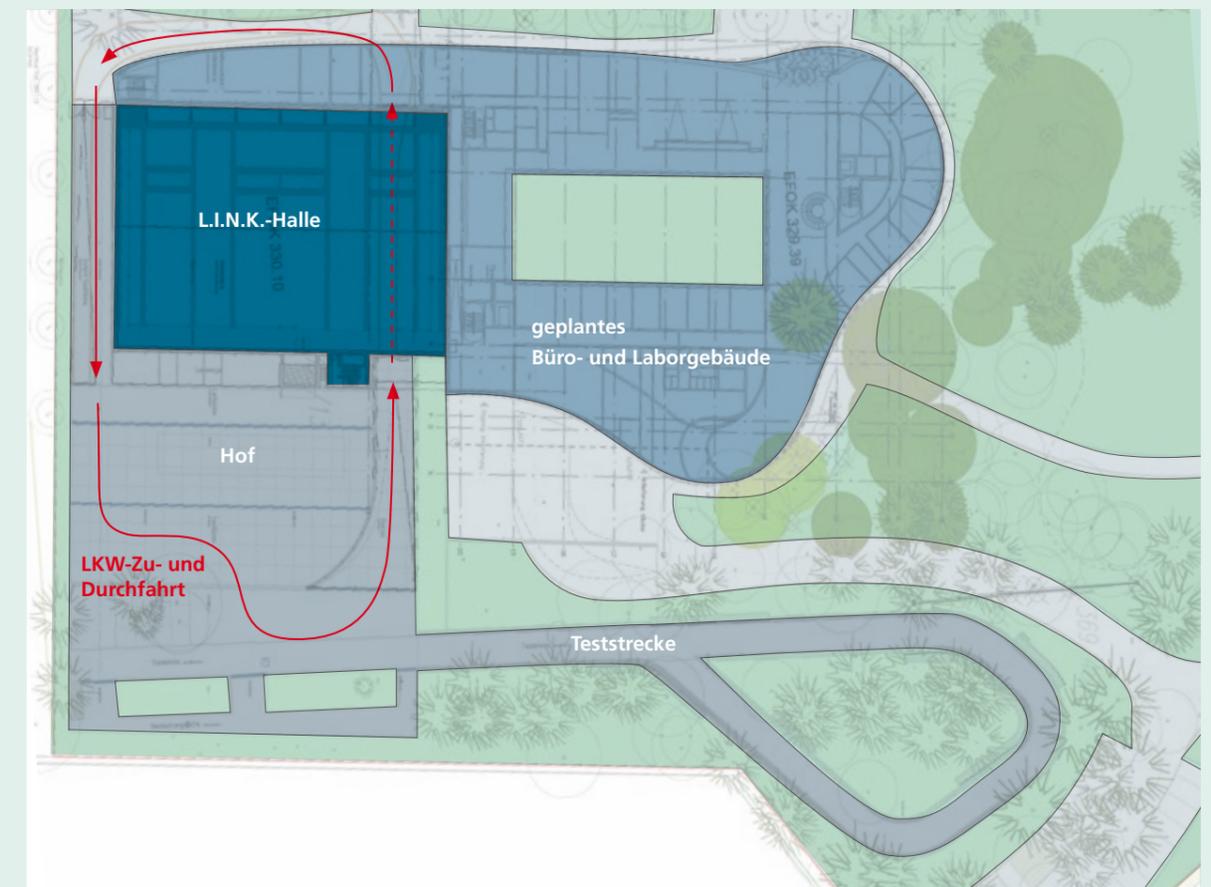
»Mit Ko-FAS können zukünftig Unfälle vermieden werden, bei denen das bisher nicht möglich war.«

Stefan Zecha, Continental Safety Engineering International

Testzentrum L.I.N.K. mit Teststrecke für Car-to-x-Fahrversuche

Für Entwicklungen wie Ko-TAG steht am Fraunhofer IIS in Nürnberg eine Teststrecke zur Verfügung. Die Strecke hat fast sieben Meter Fahrbahnbreite und ist ca. 100 Meter lang. Sie ist teils von Bäumen gesäumt. Zusätzlich sind Aufbauten im angrenzenden Hof möglich, z. B. für eine intelligente Ampelsteuerung. Auf dem ganzen Terrain können neueste Sensorik-Technologien schon im Entwicklungsstadium erprobt werden.

Die Fahrbahn auf dem 10 000 Quadratmeter großen Außengelände ist Teil des Test- und Anwendungszentrums L.I.N.K. für Lokalisierungstechnologien, Identifikation, Navigation und eingebettete Kommunikation. Hier bilden die Forscher anwendungsnah Situationen zu Test- und Demonstrationszwecken nach. Kunden und Partner können hier unter realistischen Bedingungen neue Technologien testen. Insbesondere Start-Up-Firmen erhalten hervorragende Voraussetzungen für die Weiterentwicklung von Produkten, Technologien und Dienstleistungen (siehe S. 65).





ZUSAMMENARBEIT BRINGT ERGEBNISSE

»Um verletzte Verkehrsteilnehmer zu schützen, soll das Fahrzeug sie frühzeitig erkennen, auch wenn sie noch nicht zu sehen sind«, sagt Abteilungsleiter Thomas von der Grün vom Fraunhofer IIS. »Die Aufgabenstellung beim Projekt Ko-TAG war komplex und die Herausforderungen dadurch vielfältig. Zum einen mussten mehrere Partner aus Forschung und Industrie zusammenarbeiten und ein fahrzeugtaugliches Sensormodul entwickeln, das in ein bestehendes Fahrzeugsystem eingepasst werden sollte. Zum anderen mussten Mitarbeiter aus unterschiedlichen Fachdisziplinen effektiv zusammenwirken.«

Die Abteilung Funkortung- und -kommunikation war für die Ortungskomponente zuständig, die die Position des Senders beim Fußgänger feststellt. Die Experten aus der Hochfrequenztechnik sorgten für die Antenne, die die Signale am Auto empfängt. Die Abteilung Leistungsoptimierte Systeme entwickelte die Bewegungsklassifikation, die erkennt, ob ein Verkehrsteilnehmer läuft oder steht, und in welche Richtung er sich bewegt.

Gefährliche Situationen erkennen

»Eine Warnung darf nur bei einer realen Gefahr erfolgen, sonst ist der Fahrer überlastet«, betont Marc Faßbinder. Die Software muss also entscheiden, ob das Bewegungsmuster eines Verkehrsteilnehmers darauf hindeutet, dass eine kritische Situation eintreten wird. Um das Fußgängerverhalten besser einschätzen zu können, nutzt das System statistische Verhaltensmodellierung. Bei dieser Methode wird ein Modell des Fußgängerverhaltens aus im Vorfeld gemachter Beobachtung einer Vielzahl von Fußgängern abgeleitet und je nach Situation eine Wahrscheinlichkeit für das weitere Verhalten des Fußgängers ermittelt. Es finden sich Verhaltensmuster, die typisch für gewisse bevorstehende Änderungen im Bewegungsablauf sind. Aus diesen lassen sich Eintrittswahrscheinlichkeiten ableiten für Ereignisse, wie z. B. das plötzliche Betreten der Straße.

So ändert sich z. B. abhängig von der Gehgeschwindigkeit das Abbiegeverhalten, je schneller jemand geht, umso weniger neigt er dazu, abrupt die Richtung zu ändern.

Jasper Jahn ergänzt: »Für die Bewegungsklassifikation haben wir eine Idee aus der Abteilung Bildverarbeitung und Medizintechnik aufgegriffen und weiterentwickelt. Diese Synergien im Haus sind die Stärke von Fraunhofer. Wenn Forscher verschiedener Disziplinen zusammenwirken, entstehen neue Ideen, auf die ein Spezialist allein nicht kommt.«

Thomas von der Grün bekräftigt: »Wir haben während der vier Jahre Projektarbeit erfolgreich zusammengearbeitet, und die Abschlusspräsentation hat gezeigt, dass das System in kritischen Verkehrssituationen nützt und dass es sicher funktioniert. Weitere Verbesserungen könnten durch die direkte Fusion des Ko-Tag-Systems mit weiterer Sensorik der Fahrzeuge, etwa Informationen von Kameras realisiert werden. Die neue Car-to-x-Technologie zur Lokalisierung von verdeckten Verkehrsteilnehmern ist aber noch ein Forschungsergebnis und muss weiterentwickelt werden, bis sie für die Alltagspraxis nutzbar ist. Gespräche dazu laufen bereits. In Zukunft wird die kooperative Kommunikation bei der Sicherheit auf den Straßen eine große Rolle spielen.«

KO-TAG – AKTIVE TRANSPONDER-TECHNOLOGIE

Im Verbundprojekt Ko-TAG erforschten die Wissenschaftler kooperative Sensortechnologie auf Basis von Funk. Diese Technologie wurde vor allem im Hinblick auf die Anwendungsbereiche »Schutz von verletzlichen Verkehrsteilnehmern« und »Fahrzeug-Fahrzeug-Sicherheit« untersucht. Partner des Fraunhofer IIS waren die BMW Forschung und Technik GmbH, die Continental Safety Engineering International GmbH, die Daimler AG, die Technische Universität München, das Steinbeis-Innovationszentrum für Embedded-Design und Networking sowie das Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut. Ko-TAG ist eines von drei Teilprojekten von Ko-FAS. www.iis.fraunhofer.de/kotag

KO-FAS – FORSCHUNGSINITIATIVE FÜR KOOPERATIVE SENSORIK UND PERZEPTION FÜR DIE PRÄVENTIVE SICHERHEIT IM STRASSENVERKEHR

Ko-FAS ist eines der großen nationalen Kooperationsprojekte im Bereich der automobilen Verkehrssicherheit. Das Bundeswirtschaftsministerium förderte die Projektpartner mit 14,9 Mio. Euro, 8,7 Mio. Euro trugen die Industriepartner bei. Seit September 2009 arbeiteten daran 17 Partner. Ziel von Ko-FAS ist es, wesentliche Beiträge zur Steigerung der Verkehrssicherheit zu leisten. www.ko-fas.de

1 Testsituation: Das Auto bremst rechtzeitig, wenn die Puppe unvermittelt hinter einem Anhänger hervorkommt.

KO-TAG: TECHNOLOGIEN AUF EINEN BLICK

Ortungskomponente: Die Ortungskomponente kann Positionen zentimetergenau bestimmen. Das System arbeitet mit einer Gruppenantenne, Laufzeitbestimmung (TU München) und Winkelmessung. www.iis.fraunhofer.de/kotag

Antennendesign: Im Projekt Ko-TAG verwenden die Entwickler ein etwa 30 x 10 cm breites Antennen-Array, auf dem sechs Empfangsantennenelemente angeordnet sind. www.antennen.fraunhofer.de

Bewegungsklassifikation und Inertialsensorik: Der Algorithmus des Fraunhofer IIS erkennt, ob ein Verkehrsteilnehmer läuft, steht oder Rad fährt und in welche Richtung er sich bewegt. Basis für die Klassifikation ist ein Inertialsensorsystem. www.iis.fraunhofer.de/bewegungsklassifikation
www.iis.fraunhofer.de/inertial

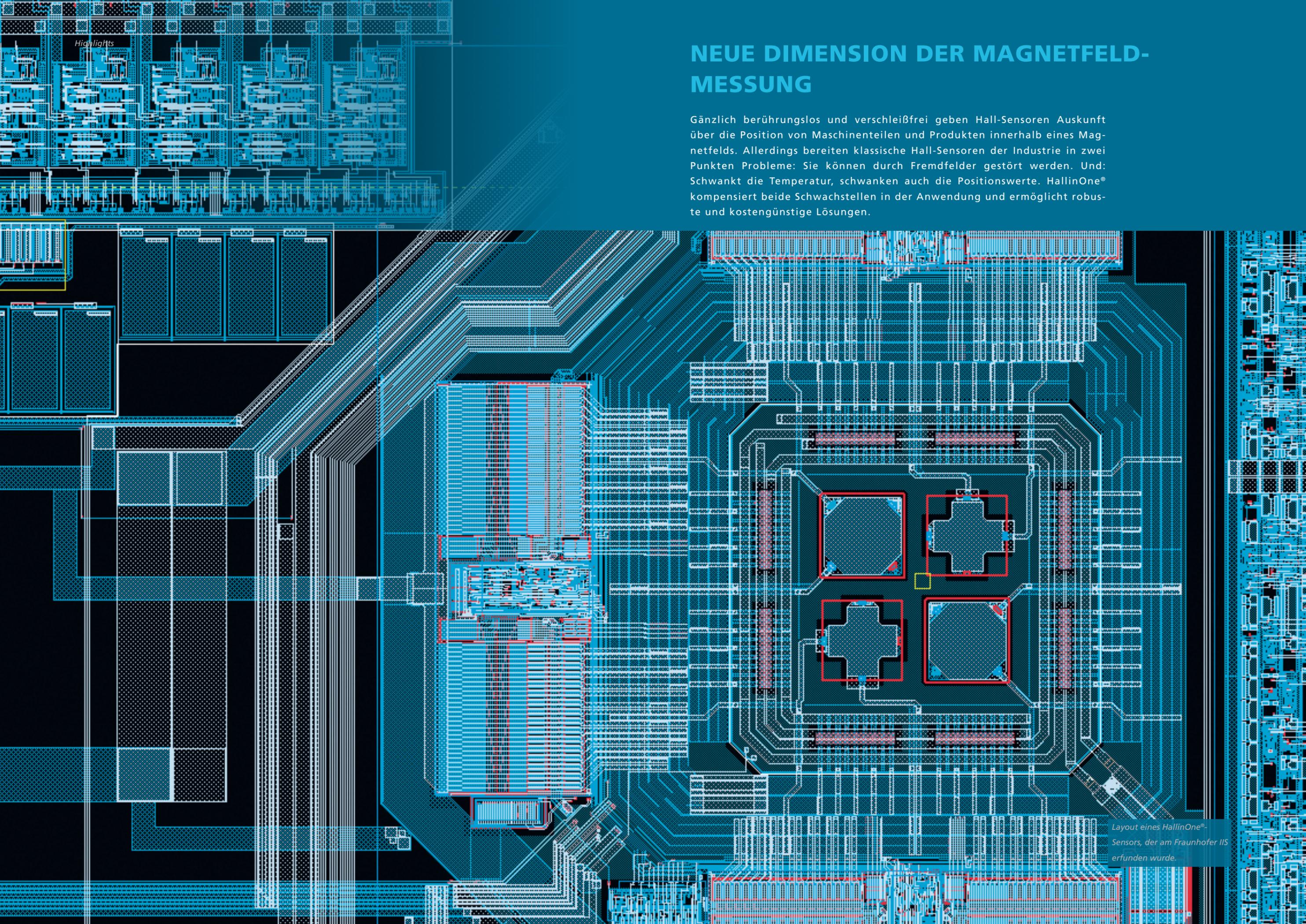
Systemintegration: Das Fraunhofer IIS hat die Integration der Ortungs- und Kommunikationskomponenten übernommen. Das integrierte System wurde in die Stoßstange bestehender Versuchsträger eingepasst. www.iis.fraunhofer.de/ec

KONTAKT

Thomas von der Grün, Abteilungsleiter Funkortung und -kommunikation
Telefon +49 911 58061-3200
thomas.vondergruen@iis.fraunhofer.de

Marc Faßbinder, Projektleiter Ko-TAG
Telefon +49 911 58061-3243
marc.fassbinder@iis.fraunhofer.de

Jasper Jahn, Teilprojektleitung Bewegungsklassifikation
Telefon +49 911 58061-6374
jasper.jahn@iis.fraunhofer.de



NEUE DIMENSION DER MAGNETFELD-MESSUNG

Gänzlich berührungslos und verschleißfrei geben Hall-Sensoren Auskunft über die Position von Maschinenteilen und Produkten innerhalb eines Magnetfelds. Allerdings bereiten klassische Hall-Sensoren der Industrie in zwei Punkten Probleme: Sie können durch Fremdfelder gestört werden. Und: Schwankt die Temperatur, schwanken auch die Positionswerte. HallinOne® kompensiert beide Schwachstellen in der Anwendung und ermöglicht robuste und kostengünstige Lösungen.

Layout eines HallinOne®-Sensors, der am Fraunhofer IIS erfunden wurde.

GENAU, ROBUST, VIELFÄLTIG – EBEN HALLINONE®

»Ausgezeichnet!«, dachten sich die Forscher im Team um Dr. Hans-Peter Hohe, als sie durch eine 3D-Messung die Lösung für die beiden bisherigen Schwachstellen bei Hall-Sensoren entwickelt hatten. Ihr neuer HallinOne®-Sensor erfasste die Positionen eines Magneten nicht nur auf der Ebene, sondern im dreidimensionalen Raum. Dadurch war die Abhängigkeit von stabilen Temperaturen und externen Fremdfeldern endlich passé. Die Jury des Joseph-von-Fraunhofer-Preises war ebenfalls überzeugt und verlieh den Forschern den Preis 2013 für ihre weltweit einzigartige Entwicklung.

Die räumliche Erschließung des Magnetfelds

In einem modernen Auto messen rund 100 Hall-Sensoren berührungslos und verschleißfrei die Position von Gurt- und Türschlössern, registrieren die Stellung der Pedale oder werden für ABS und Motorsteuerung eingesetzt. Eine ebenso kostengünstige wie robuste Lösung. Allerdings erfassen herkömmliche Sensoren meist nur die Feldstärke des senkrecht zur Chipoberfläche gelegenen Magnetfelds. Das ist oft ausreichend, aber auch störanfällig und nur begrenzt genau. Zudem messen klassische Hall-Sensoren in der Regel nur an einer Stelle und nicht den Gradienten des Magnetfelds. Hans-Peter Hohes Team reichte das nicht aus. Die Ingenieure wollten eine fremdfeldunabhängige und unter allen Bedingungen exakte Positionsmessung im dreidimensionalen Raum, gepaart mit allen Vorteilen der Magnetfeldsensoren. Zu Beginn konzentrierten sie sich vor allem auf das Sensorelement an sich, um es für vielfältige Anwendungen geeignet zu machen. Dann trat

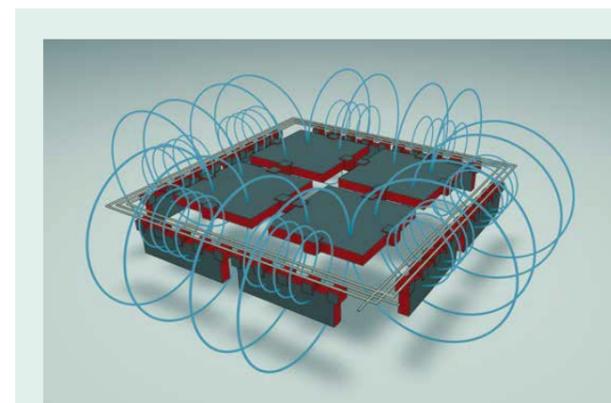
durch die Kooperation mit der Firma Seuffer im Jahr 2000 die Anwendung in einer Waschmaschine in den Fokus. Die Aufgabenstellung hier: Sperrige Wäscheteile oder zu große Ladungen versetzen herkömmliche Waschmaschinen nicht selten in ungewollte Bewegung. Daher müssen Maschinen Unwuchten sofort erkennen und beheben können, um für einen ruhigen Lauf zu sorgen. Das gelang. Der neue Sensor ermöglicht zudem auch eine sogenannte Wäschewaage. Schlechte Waschleistungen durch Überladen der Maschine gehören damit der Vergangenheit an.

Ein Spielfeld voller Möglichkeiten eröffnet sich

Dr. Markus Stahl-Offergeld erinnert sich: »Unsere Idee war, zunächst mehrere Sensoren auf einem Chip miteinander zu verschalten, um die Messgenauigkeit der einzelnen Sensoren zu erhöhen. Dann ordneten wir diese so an, dass sie das dreidimensionale Magnetfeld in einem Punkt maßen. Das Ergebnis

So funktioniert HallinOne®

In einem stromdurchflossenen elektrischen Leiter, der sich in einem Magnetfeld befindet, entsteht durch die Lorentzkraft eine Spannung senkrecht zu Stromrichtung und Magnetfeld: Der Hall-Effekt. Diesen Effekt nutzt man zur berührungslosen Messung von Positionen. HallinOne® misst dabei nicht nur senkrecht zur Chipoberfläche, wie konventionelle Hall-Sensoren, sondern auch Magnetfelder, die parallel zur Chipoberfläche ausgerichtet sind. Damit erfasst er die Felder dreidimensional.



waren unsere Pixelzellen.« So entstand eine neue Generation von Hall-Sensoren: HallinOne® misst dreidimensional, indem er alle drei Raumachsen eines Magnetfelds erfasst. Daraus berechnet er die exakte Position eines Objekts ohne störenden Temperatureinfluss. Für jede der drei Achsen verfügt der Chip über einen eigenen Sensor und misst damit den Vektor des Magnetfelds vollständig – in alle Richtungen. Gleichzeitig digitalisiert er die Messwerte und leitet sie an den Rechner oder Mikrocontroller weiter.

Direkt auf dem Sensor-Chip kann eine Auswerteelektronik und eine Spule für Selbsttest und Kalibrierung mit integriert werden. Durch die Gradientenauswertung ist HallinOne® robust gegenüber externen Magnetfeldern. Bei aller Komplexität lässt sich HallinOne® mit kommerziell verfügbaren Standardprozessen der Halbleitertechnik herstellen. Das hält die Kosten niedrig. Zusätzlich ist auch immer kundenspezifische Elektronik problemlos integrierbar.

Auf Grund dieser Vorteile setzen mittlerweile viele Branchen die Technologie erfolgreich ein. Überall dort, wo berührungslos Positionsveränderungen gemessen werden, kann HallinOne® zum Einsatz kommen. Auch Hersteller von Traktoren und Baumaschinen profitieren davon, da sich HallinOne® hervorragend für Anwendungen im Außenbereich eignet. Weder Verschmutzungen noch Temperaturschwankungen machen dem Sensor etwas aus. »Klassische Hall-Sensoren messen die Feldstärke«, erklärt Ingenieur Michael Hackner. »Und diese verändert sich bei Temperaturschwankungen. HallinOne® dagegen erfasst den Magnetfeldvektor und damit auch die Richtung des Magnetfelds. Da der räumliche Verlauf der magnetischen Feldlinien temperaturunabhängig von der Geometrie des Magneten abhängt, sorgt das für stets stabile Messungen«. Um es mal plakativ zu formulieren: Es funktioniert – egal ob ein Bagger nun Schnee in Sibirien oder Sand in der Sahara schaufelt.

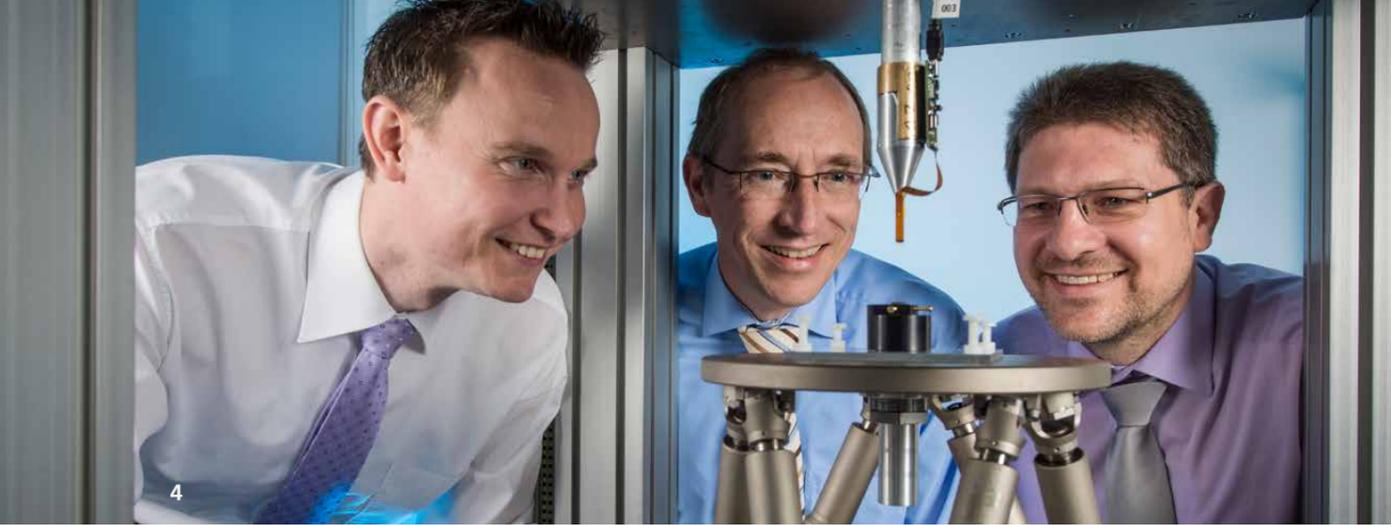
1+2 Ob Landwirtschaft oder Bauwesen: Die Anwendungsmöglichkeiten sind zahlreich.

3 Zylinder in der Automatisierungstechnik nutzen die Vorteile von HallinOne®.

HALLINONE®: VIELFÄLTIGE ANWENDUNGSGEBIETE

- Joysticks/Positionssteller für Computer sowie für Maschinen in Industrie, Bau, Landwirtschaft und automobilen Anwendungen
- Messung von Stromverbrauch und Stromesparpotenzialen in Antriebs- und Installationstechnik
- Mehrachsige Positionserkennung bei Fenstern und Türen
- Magnetische Umfelderkennung – z. B. in medizinischen Geräten
- Ein- und mehrachsige Drehwinkelmessung in Fahrwerk-, Lenk- und Prüfsystemen





DR. HANS-PETER HOHE IM INTERVIEW

Im Team um Hans-Peter Hohe entstand in über 15-jähriger Entwicklungs- und Forschungsarbeit HallinOne®. Doch das Team hört nicht auf, die Fähigkeiten des Sensors weiter auszubauen.

Was trieb Sie und Ihre Kollegen an, so nachhaltig an dieser Entwicklung zu forschen?

Ganz am Anfang trieb uns die Vision, mit vertikalen Hall-sensorstrukturen den ersten Magnetfeldsensor zu erschaffen, der kostengünstig auf einer Standard CMOS-Technologie hergestellt werden kann und trotzdem das Magnetfeld mit seinen drei Komponenten vollständig vektoruell erfasst. Wir wollten nicht den besten 3D-Sensor überhaupt, sondern den besten 3D-Sensor auf Standard-CMOS entwickeln. Wir hatten also stets und konkret die vielen möglichen Anwendungen im Blick. Uns war klar: Damit zahlreiche interessante Anwendungen von unserem 3D-Sensor profitieren können, muss der Sensor deutlich kostengünstiger herzustellen sein als vergleichbare Lösungen.

Im Laufe der Entwicklung kamen dann immer weitere attraktive Aspekte des Sensors hinzu: Etwa die Fähigkeit zur Selbstüberwachung mittels integrierter Spule und die Möglichkeit, über die Gradientenmessung zu robusteren Systemen zu kommen.

Was waren die Schlüsselstellen bei der Entwicklung von HallinOne®?

Die erste Schlüsselstelle passierten wir bereits im Jahre 2000, als wir erkannten, dass unsere Idee, unser Ansatz für vertikale Hall-Sensoren grundsätzlich funktionieren wird. Von da an begannen wir, an der Umsetzung des serienfähigen 3D-Magnetfeldsensors, der in verschiedene Anwendungen integriert werden kann, zu arbeiten. Einen weiteren Schub verlieh uns ein potenzieller Kunde, der – obwohl die Eigenschaften der Sensoren damals noch nicht optimal waren – schon Interesse äußerte. Das bestätigte uns, dass unsere Technologie dringend gebraucht wurde.

In den ersten Jahren war es nicht einfach, das Geld für die Weiterentwicklung bereit zu stellen. Doch durch hervorragendes Zusammenspiel im Team konnten wir trotzdem kontinuierlich gute Fortschritte machen.

Ein weiterer wichtiger Meilenstein war die Idee von Martin Schaller vom Unternehmen Seuffer, unseren 3D-Sensor zur Unwuchterkennung in der Waschmaschine zu verwenden. Dies war der Startpunkt des Wegs in die erste Serienproduktion von HallinOne®-Sensoren, die wir seit 2006 auch so nennen. Durch diese Pilotanwendung konnten wir zeigen, dass unsere HallinOne®-Sensoren problemlos in Serie gefertigt werden können, was für die weitere Vermarktung des Sensors extrem wichtig war. Dies führte schließlich zu Unterlizenzierung unserer HallinOne®-Technologie an die Firma Micronas, die aktuell auch in die Serienlieferung von HallinOne®-Sensoren eingestiegen ist. Etwas später entwickelten wir mit der ams AG Standardprodukte, die sie nun in Lizenz produziert und vertreibt. Es freut uns sehr, dass unsere Technologie mittlerweile Einzug in viele verschiedene Anwendungen und Branchen gehalten hat.

Woran arbeiten Sie derzeit und was wird zukünftig möglich sein?

Derzeit arbeiten wir an Algorithmen zur mehrdimensionalen Positionsberechnung. Damit wird es in Zukunft möglich sein, sowohl die Position als auch die Ausrichtung eines Magneten mit einem in der Nähe befindlichen HallinOne®-Sensor zu bestimmen.

Eine andere Stoßrichtung ist die sogenannte magnetische ›Farb-Kamera. Dahinter verbirgt sich ein flächiges Array aus 3D-Magnetfeldsensoren, das zur Qualitätskontrolle von hochwertigen Permanentmagneten oder bei der Analyse von Lichtbögen eingesetzt werden kann. Daneben glauben wir, dass solche Magnetfeldkameras, wenn sie eines Tages in einem Chip integriert sein werden, auch in der Lage sind, die Positionen von mehreren Magneten gleichzeitig zu bestimmen. Das ist derzeit aber noch Zukunftsmusik.

ANDREAS BUCHHOLZ IM INTERVIEW

Andreas Buchholz ist Leiter der Abteilung Forschung und Entwicklung bei der Seuffer GmbH & Co. KG aus Calw. Seuffer war eines der ersten Unternehmen, das das Potenzial von HallinOne® nutzte. Der Automobil- und Weiße Ware-Zulieferer aus Baden-Württemberg beschäftigt insgesamt rund 530 Mitarbeiter.

Wie verlief die Zusammenarbeit zwischen Seuffer und dem Fraunhofer IIS?

Bereits im Jahr 2000 kam es zu ersten Gesprächen zwischen uns und dem Fraunhofer IIS. Konkret wurde es dann vier Jahre später. Da diskutierten wir gemeinsam die erste Entwurfsskizze. Ende 2004 schickte das Fraunhofer IIS dann einen ersten Drehwinkel-Magnetfeldsensor an uns und bereits zwei Jahre später brachte Seuffer den ersten Sensor auf den Markt, der verhindert, dass Waschmaschinen unruhig laufen. Im März 2009 hatten wir schon über eine Million Maschinen mit dem 3D-Sensor bestückt und Ende 2013 belief sich die Zahl der verkauften Sensoreinheiten bereits auf über vier Millionen.

Welche Vorteile hat Ihnen die Zusammenarbeit gebracht?

Die enge und kollegiale Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IIS geht über eine gewöhnliche Kunden-Lieferantenbeziehung hinaus. Die technischen wie auch persönlichen Beziehungen unserer Mitarbeiter führten zu außergewöhnlichen Technologieansätzen. Darüber hinaus ist das Fraunhofer IIS ein ebenso verlässlicher wie flexibler Partner für den Serienstart von ASICs. Im November 2008 erhielten wir für diese Entwicklung den Innovationspreis des Landes Baden-Württemberg für herausragende Bemühungen mittelständischer Unternehmen um die Entwicklung und Anwendung neuer Technologien. Das macht uns neben den wirtschaftlichen Vorteilen, die wir durch die Zusammenarbeit erzielen, natürlich noch einmal besonders stolz.

Für welche Zwecke setzt Seuffer den HallinOne®-Sensor ein?

Derzeit in erster Linie für Waschmaschinen: Ein Magnet wird an den Laugenbehälter angebracht, der Sensor an einem fixen Bestandteil der Waschmaschine. Je nachdem, wie viel Wäsche sich in der Trommel befindet und wie sie sich beim Schleudern verteilt, bewegt sich der Laugenbehälter und damit der Magnet. Das misst der Sensor, wertet die Daten aus und gibt diese an die Waschmaschine weiter. Läuft die Trommel unruhig, wird sie kurz gestoppt, bewegt sich dann hin und her und verteilt damit die Wäsche besser.

Denken Sie an weitere Anwendungen?

Derzeit arbeiten wir auch an Projekten zur Positionsbestimmung mechanischer Komponenten im automotiven Umfeld. Es geht dabei u. a. um komplexe Bedienelemente oder berührungslose Positionsermittlung in komplizierten mechanischen Strukturen. Die vielfältigen Anfragen aus dem PKW- und dem Nutzfahrzeugsektor zeigen, wie universell diese Technologie einsetzbar ist.

4 Erhielten 2013 den

Joseph-von-Fraunhofer-Preis:

Dr. Markus Stahl-Offergeld,

Dr. Hans-Peter Hohe und

Michael Hackner (v. l.).

5 Intelligent: HallinOne®

sorgt für einen ruhigen

Lauf bei Waschmaschinen.

KONTAKT

Klaus-Dieter Taschka, Marketing der Abteilung Integrierte Schaltungen und Systeme

Telefon + 49 9131 776-4475

klaus.taschka@iis.fraunhofer.de

Dr. Hans-Peter Hohe, Leiter der Gruppe Mikrosystemtechnik

Telefon + 49 9131 776-4472

hans-peter.hohe@iis.fraunhofer.de

www.iis.fraunhofer.de/magnetfeldsensorik

DIGITALE REVOLUTION DES KINOS

Die Faszination »Kino« lebt von visuellen und akustischen Erlebnissen der Spitzenklasse. Die Herausforderung digitaler Medien im Kampf um den Zuschauer erfasste, wenn auch sehr spät, die Kinowelt. HD-Flatscreen, 3D-Bildschirme, Home Entertainment-Anlagen und mobile Endgeräte legten dabei die Messlatte immer höher. Nach ersten kinotauglichen Hardwarelösungen fehlten für die digitale Revolution technische Standards und geeignete Softwarelösungen. Mit der Entwicklung der easyDCP-Software schlossen die IIS-Wissenschaftler diese Lücke.



Farbanpassung für die Kinoleinwand in der Postproduktion mit der easyDCP und DaVinci Resolve Software.

SOFTWARE KONVERTIERT FILME IN DIGITALE KINOPAKETE

100 Jahre war der Film Hort für analoge Technik. Steigende Computerleistung machte auch in der Kinobranche die Digitalisierung möglich. Für die große Leinwand standen höchste Qualitätsansprüche von Bild und Ton im Vordergrund – erst recht für die digitale Technik. 2007 – nach Publikation der technischen Spezifikationen und Testverfahren durch die Digital Cinema Initiatives (DCI) – waren zwar Hardwarekomponenten vorhanden, geeignete Softwarewerkzeuge, um digitale Filmpakete DCPs standardisiert und korrekt zu erstellen, fehlten. Mit easyDCP gelang den IIS-Wissenschaftlern, eine Lösung anzubieten, die dies auch für kleinere und mittlere Produktionen möglich machte, damit es weiterhin für alle heißen konnte: Film ab!

Grundlagen für das digitale Kino

Bis Ende des 20. Jahrhunderts wurde analoges Filmmaterial – von Zelluloid bis Polyester – verwendet. Das Material wurde am Schneidetisch geschnitten oder für Spezialeffekte eingescannt und digitalisiert, nach der Bearbeitung aber wieder auf Film ausbelichtet. Filmrollen wurden dann in die Filmspielhäuser ausgeliefert. Durch den großen Erfolg der von George Lucas eingesetzten Effekte und Bearbeitungen in seinen Star Wars-Filmen wurde auch für andere Filmproduktionen der Anreiz immer größer, Szenen digital nachzubearbeiten bzw. Filme mit Spezialeffekten anzureichern, um im Wettbewerb um den Zuschauer nicht ins Hintertreffen zu geraten. Das hybride Hin und Her der Produktionsabläufe verursachte dabei jedoch immer höhere Kosten und wurde immer zeitaufwendiger.

Mit der Entwicklung digitaler Kinokameras und kinotauglicher Server- und Projektionstechnik startete die Filmbranche den Übergang zu rein digitalen Arbeitsabläufen auch für die große Leinwand. Vorteile der Umstellung waren Steigerung der Bildqualität, Senkung der Distributionskosten und Verhinderung von Piraterie. Im Jahre 2000 verständigten sich die Hollywood-Studios darauf, nunmehr auch Grundlagen für ein digitales Kino zu schaffen. Mit der Gründung der Digital Cinema Initiatives (DCI) – einem Zusammenschluss der sechs größten Hollywoodstudios – wurden Fragen nach Standards sowie Qualitätsanforderungen für die Distribution und für die digitale Wiedergabe angestoßen, um sich mit überzeugender bzw. hervorragender Bild- und Tonqualität

gegenüber den Seh- und Hörerlebnissen des Fernsehens und den immer steigenden Möglichkeiten von Spielkonsolen und anderen Endgeräten deutlich abzusetzen.

Im Zuge dieser Digitalisierung wurde auch ein neues softwarebasiertes Format für digitale Filme eingeführt: Das digitale Filmpaket DCP. Mitte 2005 ging der Auftrag der DCI an die Wissenschaftler des Fraunhofer IIS, die technischen Spezifikationen für das digitale Kino zu evaluieren und überprüfbar zu machen, den sogenannten Compliance Test Plan (CTP), der heute als weltweite Referenz zur Prüfung von digitalen Abspielsystemen im Kino gilt. Bereits hier zeigte sich, dass die Test- und Produktionsverfahren für das digitale Kino sehr komplex sind. Tests mit Geräten aller großen Herstellerfirmen in den Erlanger Laboren zeigten eine Vielzahl potenzieller Fehlerquellen auf. Zu Beginn konnte kein System alle digitalen Filme fehlerfrei wiedergeben.

Der CTP beschreibt hunderte von Testverfahren, die ein Abspielsystem bestehen muss, um eine DCI-Zertifizierung zu erhalten. Dieses Zertifikat ist heute unbedingte Voraussetzung, um verschlüsselte »Blockbuster« in jedem Kino und von je-

dem Kinoserver abspielen zu können. Bereits hier wurden Softwaremodule entwickelt, die Teile des Testplans in Software abbilden. Parallel zum Testplan wurde die Standardisierung von

Anwenderprofilen für die Datenkompression in Kinofilmen (sogenannte JPEG 2000-Profile) unter Leitung des Fraunhofer IIS in der entsprechenden ISO-Gruppe vorangetrieben. Umfangreiche Tests führten hier zu optimalen Parametersätzen, wobei die Untersuchungen zum Farbraum und zur Bildqualität

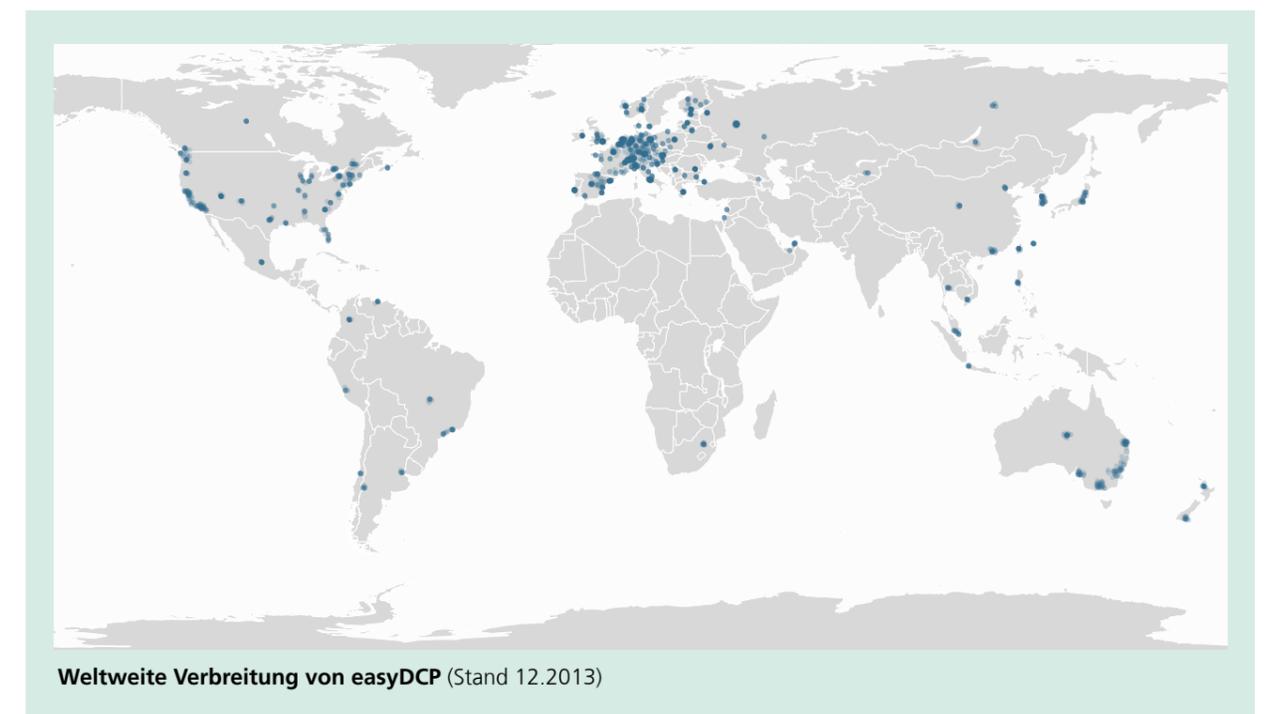
für das digitale Kino, die Bestimmung von Zielparametern für die Codiercodecs, die Erstellung von Testplänen zur Erreichung einer weltweiten Kompatibilität Beiträge der IIS-Experten waren. Die Erstellung von Werkzeugen zur Erzeugung und Qualitätskontrolle von digitalen Filmformaten, die die komplexen Erstellungs- und Prüfvorgänge für den Anwender leicht umsetzbar machten, mündeten in die Entwicklung von easyDCP. So sind auch Nichtexperten in der Lage, Inhalte für die große Leinwand zu erstellen. Mit dieser Entwicklung und Verschlüsselung von digitalen Kinopaketen wird heute garantiert, dass auch kleine und mittlere Produktionen in den Zeiten des digitalen Kinos ihre Filme auf die große Leinwand bringen können.

It's so easy... Werkzeuge für digitale Filmpakete

Die überzeugende Leistung und Handhabung der Werkzeuge im praktischen Einsatz, gepaart mit hoher Zuverlässigkeit, führte zu schneller Akzeptanz in der Film- und TV-Branche.

Auf Grund des integrierten Fraunhofer-Know-hows nutzen viele Filmfestivals wie z. B. die Berlinale bereits seit mehreren Jahren diese Werkzeuge zur Eingangskontrolle oder schnellen Fehlerbehebung. Darüber hinaus konnten für das Kino auch weitere Nutzergruppen wie z. B. Kinowerbung, Kinobetreiber, Archive, Anbieter und Hersteller von Postproduktions- und Schnittsoftware gewonnen werden. Heute ist easyDCP in der wirtschaftlichen Umsetzung mit der Lizenzierung besonders erfolgreich und wird in Postproduktionswerkzeugen vieler namhafter Hersteller aus der Film- und TV-Branche integriert.

Aktuelle Integrationsarbeiten – teils in direkter Kooperation mit dem Hersteller, teils in Kooperation mit Industriepartnern – decken dabei rund 60 Prozent der Marktanteile aller betrachteten Hersteller in der Studie ab. Namentlich sind das Integrationen in die Produkte von Quantel, Adobe und Avid. Darüber hinaus ist die Kernfunktionalität von easyDCP bereits seit einigen Monaten fester Bestandteil der Farbkorrektur-Software DaVinci Resolve 10 des Anbieters Blackmagic Design.





HEIKO SPARENBERG IM INTERVIEW

Heiko Sparenberg ist Gruppenleiter Digital Cinema in der Abteilung Bewegtbildtechnologien. Der Aufbau der easyDCP-Software für die Postproduktion und die konsequente Weiterentwicklung zählt zu den Schwerpunkten seiner Gruppe.

Die easyDCP-Software hat sich aus den Laboren des IIS zu einem der anerkannten Werkzeuge in der digitalen Film- und Postproduktion entwickelt. Wie erklären Sie sich diesen Erfolg?

Dass dies mittlerweile ein großer Erfolg für die Entwicklungsarbeit meiner Gruppe ist, war am Anfang nicht abzusehen. Wir wollten den Zugang zum digitalen Kino neben den großen Studios auch unabhängigen, kleineren Produktionen, die ohne großen Expertenstab arbeiten müssen, offen halten und ihnen hier sichere Lösungen und eine einfache Bedienung bieten. Daher auch der Name: easyDCP – erst belächelt, heute wie ein »Standard« gehandelt und in der Branche bekannt. Als Forschungsinstitut war der Einstieg in die Branche nicht einfach – trotz renommierter Entwicklungen wie mp3 oder den DCI-Spezifikationen. Doch von Anfang an haben wir uns auf die Bedürfnisse unserer Anwender und Kunden konzentriert, d. h. neben der Entwicklungsarbeit haben wir den ständigen Austausch mit Anwendern, Produktionen und Studios gesucht und die Software auf deren Belange hin optimiert.

Was waren für Sie die größten Herausforderungen?

Diese Frage möchte ich auf zwei Arten beantworten. Technisch gesehen war es sicher der Aufbau eines Softwarewerkzeugs, das plattformunabhängig das Erstellen und Abspielen von DCPs auf Standard-Hardware erlaubte. Hier waren umfangreiche programmiertechnische Hürden zu meistern. Darüber hinaus war es wichtig sicherzustellen, dass die erzeugten DCPs auf den verschiedenen Kinoservern zuverlässig abspielbar waren und keinen Abbruch oder eine schwarze Leinwand produzierten.

Aus Sicht des Produktmanagements war uns neben der Zuverlässigkeit der intensive Informationsaustausch mit unseren Kunden und Partnern wichtig. Sicherheitsbedenken gegenüber softwarebasierten Lösungen konnten wir durch intensive Beratung hinsichtlich geeigneter Sicherheitsmechanismen und durch das Fortschreiten der Digitalisierung in der Branche ausräumen.

Wenn Sie drei Punkte nennen müssten, durch die easyDCP die Nase vorn hat. Was würden Sie hier nennen?

Zuallererst die komfortable und einfache Handhabung, die relativ geringen Kosten, da keine aufwendige Hardware notwendig ist und die Möglichkeit, die Funktionalität von easyDCP auch in andere professionelle Postproduktionsumgebungen zu integrieren. Dies garantiert einen zeitoptimierten Arbeitsablauf.

Wie schätzen Sie die Marktchancen für easyDCP in den kommenden zwei bis drei Jahren ein? Was planen Sie?

Ich kann eine Sättigung des Markts trotz mittlerweile über 1000 Lizenzen weltweit und weiterer Wettbewerber noch nicht sehen. Der derzeitige Trend für unsere Software ist der Einstieg bzw. die Kooperation mit vielen führenden Herstellern von Postproduktionssoftware, die easyDCP als wichtiges Zusatzangebot integrieren, um der Branche den kompletten Workflow von der Erstellung über Conforming und Mastering bis hin zur Ausspielung zu ermöglichen. Diese Nachfrage merken wir gerade stark und dies nicht nur aus hochprofessionellem Klientel.

Was planen Sie für die Zukunft?

Nächste Schritte werden die Erweiterung von Formaten wie Interoperable Master Format (IMF) für easyDCP sein.

easyDCP AUF EINEN BLICK

- Rein softwarebasiert und so optimiert, dass Standardhardware benutzt werden kann
- Einfach und komfortabel zu bedienen, sodass auch kleine und mittlere Produktionen DCPs korrekt erzeugen können
- Enthält Werkzeuge zur Erstellung, zum Abspielen und zur Verschlüsselung von DCPs
- Standardkonform gemäß den internationalen Spezifikationen für digitales Kino
- Plattformunabhängig und zuverlässig in der Erstellung von DCPs
- Stand-alone oder als Plug-in integriert in Postproduktionswerkzeuge anderer Hersteller wie z. B. Blackmagic Design und Quantel
- Eingesetzt auch bei Filmfestivals wie z. B. der Berlinale
- Über den Vertriebspartner easyDCP GmbH weltweit vermarktet

1 easyDCP erlaubt das Erzeugen, Abspielen und Verschlüsseln von digitalen Filmpaketen auf einem Standard-PC.

KONTAKT

Heiko Sparenberg, Telefon + 49 9131 776-5143
heiko.sparenberg@iis.fraunhofer.de

www.iis.fraunhofer.de/easydcp

11 DINGE, DIE SIE KENNEN MÜSSEN



GESCHICHTSTRÄCHTIGES GEMEINSCHAFTSPROJEKT

Das Fraunhofer IIS beteiligt sich an einem geschichtsträchtigen Gemeinschaftsprojekt mit dem Germanischen Nationalmuseum und der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. Das Ziel des Projekts ist es, die umstrittene Frage zu klären, welche Taschenuhr die älteste der Welt ist. Hierfür wurden die acht vermeintlich ältesten Anwärter, u. a. auch die Nürnberger »Henlein-Uhr« des Germanischen Nationalmuseums und die »Melanchthon-Uhr« des Walters Art Museum Baltimore, am Bereich Entwicklungszentrum Röntgentechnik in Fürth-Atzenhof untersucht. Mit dem Know-how des Fraunhofer EZRT ließen sich mittels einer Mikrofokus-Röntgenanlage präzise Messungen anstellen, die Rückschlüsse auf den inneren Aufbau der Uhren erlauben. Mit den gewonnenen Erkenntnissen sind Experten in der Lage, das Alter der Zeitmesser zu datieren. Die Ergebnisse sollen im Rahmen einer Sonderausstellung des Germanischen Nationalmuseums im Dezember 2014 vorgestellt werden. Eine Software der Technischen Hochschule Nürnberg wird die Bildaufnahmen des Fraunhofer EZRT verarbeiten, sodass die Besucher virtuell einen Blick ins Innere dieser antiken Schätze werfen können.

STUDIEN VON FRAUNHOFER SCS SETZEN STANDARDS

Fraunhofer SCS hat im Jahr 2013 mehrere logistik-, technologie- und serviceaffine Studien veröffentlicht; u. a. beschäftigt sich eine gleichnamige Studie mit dem Brennpunktthema »City-Logistik«. Standardwerke der Logistik- und Immobilien-Branche sind die »TOP 100 in European Transport and Logistics Services« und »Logistikimmobilien – Markt und Standorte 2013«, die die Entwicklungen des europäischen Logistikmarkts bzw. der wichtigsten Logistikstandorte in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Belgien und der Niederlande wissenschaftlich fundiert analysieren. In der Studie »Nutzenprognose der RFID-Technologie« wurden zudem die Nutzenpotenziale von RFID-Anwendungen in der Logistik untersucht. Auch das neugegründete »Zentrum für altersgerechte Dienstleistungen (ZAD)« veröffentlichte mit der Publikation »Alterssensibile Marktforschung« einen ersten Überblick über derzeit relevante Befunde und Theorien der Psychologie, Medizin und der interdisziplinären Alternswissenschaft.



www.scs.fraunhofer.de

EIN SESSEL ALS FITNESS- TRAINER

Wir werden nicht nur immer älter, sondern wir sind im Alter auch immer häufiger auf uns allein gestellt. Forscher arbeiten deshalb an Technologien, die uns später im Alltag unterstützen sollen. Das Fraunhofer IIS hat im Konsortium Gewos (Gesund wohnen mit Stil) einen intelligenten Sessel entwickelt, in den man sich nicht nur gemütlich vor den Fernseher lümmeln kann, sondern der gleichzeitig dazu motiviert, sich gesund und fit zu halten. Von außen betrachtet sieht der von der Himolla GmbH produzierte Sessel GEWOS wie ein handelsüblicher Sessel aus. Doch der erste Eindruck täuscht. Ein Blick ins Innere offenbart Sensoren, Platinen und allerhand Elektronik. Eingebaut in Sitzkissen, Rücken- und Armlehne bestimmt die eingebaute Mikrosystemtechnik kontinuierlich den Gesundheitszustand der sitzenden Person.

Via Bluetooth und WLAN landen die Daten über einen im Sessel integrierten Tablet-PC auf dem Fernseher. Der Nutzer sieht hier auf einen Blick, wie sich Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung des Bluts, Blutdruck oder Körpergewicht in einem bestimmten Zeitraum entwickeln. Bewegen sich die Werte nicht innerhalb eines vorgegebenen Bereichs, empfiehlt der Gesundheitsassistent beispielsweise mehr Bewegung. Der Sessel verwandelt sich dann in eine Rudermaschine. Die Armlehnen werden dabei zu Rudern und unten klappt eine Stütze für die Füße aus. Einzelne Übungen lassen sich einfach über den Fernseher abrufen. Auch hier zeichnen die Sensoren alle Messwerte auf und der Gesundheitsassistent zeigt an, wenn Übungen nicht richtig ausgeführt werden.



www.gewos.org



ZUVERLÄSSIGE LOKALISIERUNG MIT »SINAFAR«

Das Projekt »Sichere Navigation für autonome Robotikplattformen« (SiNafaR) ermöglicht es, die Navigation von Robotern zuverlässiger und sicherer zu machen. Die Ergebnisse bringen große Fortschritte im Bereich der autonomen Steuerung. Schon heute werden ferngesteuerte Fluggeräte für Luftaufnahmen verwendet – z. B. bei der Inspektion von Windkraftanlagen. Allerdings war das bisher nur durch geschultes Personal möglich. Denn derzeit ist das zur Positionsbestimmung verwendete GPS-System alleine für die Lokalisierung im (teil-)autonomen Betrieb oft zu unzuverlässig, weshalb das Fluggerät oder Bodenfahrzeug von seiner vorgegebenen Route abweichen kann. Der Bediener muss diese Ungenauigkeit manuell korrigieren. Die Zuverlässigkeit der Positionsbestimmung zu verbessern, war ein wichtiger Baustein des Projekts SiNafaR. Gemeinsam mit den Partnern EADS Innovation Works, Zentrum für Telematik e. V., der Universität Würzburg und wilkon Systems GmbH & Co. KG optimierte das Fraunhofer IIS ferngesteuerte heterogene Robotersysteme. Projektträger war die IABG GmbH. Als Experte für Lokalisierungstechnologie war das Fraunhofer IIS bei diesem Forschungsprojekt für die Systemintegration der Positionsbestimmungstechnologien verantwortlich. Das Hauptaugenmerk lag für das Fraunhofer IIS darauf, dass die ferngesteuerten Roboter sicher navigieren und Hindernisse automatisch erkennen und umfahren.



www.iis.fraunhofer.de/sinafar

INTELLIGENT TRAINIEREN MIT FITNESS-SHIRT UND E-BIKE

Ein Fitness-Shirt soll künftig helfen, Überlastung oder Unterforderung beim Training zu vermeiden. Kombiniert mit einem Elektrorad und einem Smartphone wird es zum intelligenten Trainingsgerät. Wissenschaftler des Fraunhofer IIS haben das FitnessSHIRT entwickelt, das beim Tragen kontinuierlich Körpersignale wie Atmung, Puls und die Herzratenvariabilität misst. Leitfähige, im Trikotstoff integrierte textile Elektroden erfassen die Herzaktivitäten des Trägers. Ein elastisches, ins Shirt integrierte Band um den Oberkörper nimmt die Bewegungen des Brustkorbs beim Atmen auf. Eine abnehmbare, mit Druckknöpfen befestigte Elektronikeinheit digitalisiert die Rohdaten und berechnet anhand von Algorithmen weitere Kennwerte wie Puls oder Atemfrequenz. Die Daten werden per Funk an ein Smartphone oder an einen PC übertragen und bilden die Grundlage, um Vitalfunktionen wie Stress, Leistungsfähigkeit, Anspannung oder Entspannung zu beurteilen. Von dem hohen Tragekomfort und den Möglichkeiten zur Leistungsdiagnostik haben sich auch die Entwickler des MENTORbikes überzeugt – einem neuartigen Trainingsgerät bestehend aus einem Elektrofahrrad, einem Smartphone sowie einer intelligenten Dienstplattform. Die Projektpartner unter der Leitung von BitifEye Digital Test Solutions wollen das künftig in Kombination mit dem Fitnessstricot vom Rad nutzen. Das Shirt wird via Bluetooth über ein Smartphone mit dem Fahrrad und der Plattform im Internet verknüpft, wo die Daten analysiert und dokumentiert werden. Das Smartphone am Fahrradlenker sammelt die übertragenen Vitalparameter und schaltet bei Bedarf den Elektromotor zu. Ab dem 2. Quartal 2014 wird das FitnessSHIRT mit dem Industriepartner Vitalshirt GmbH auch in Produktion gehen und dann im Handel erhältlich sein.



www.iis.fraunhofer.de/fitnessshirt

TSG HOFFENHEIM FÜHRT ORTUNGSTECHNOLOGIE REDFIR® DES FRAUNHOFER IIS EIN

RedFIR® ist die Grundlage für eine detaillierte Trainings-, Spiel- und Spieleranalyse für das Nachwuchsleistungszentrum (NLZ) der TSG 1899 Hoffenheim. Hierzu tragen die Fußballer während des Trainings sowie die Bälle funkende Miniatursender. Empfangsantennen, die das Trainingsgelände im NLZ umgeben, erfassen die Bewegungen der Spieler und des Balls. Die gewonnenen Daten werden mit Hilfe einer SAP HANA Plattform analysiert und dem Trainer in Echtzeit zur Verfügung gestellt. Die Trainer bekommen damit die Möglichkeit, den Spielern unmittelbar Feedback zum Trainingsverlauf und ihrer Leistung zu geben. Und auch Aussagen zur Passlänge oder Geschwindigkeit der Spieler, wie lange ein Pass gespielt wurde oder wie schnell ein Spieler läuft, sind mit RedFIR® möglich. Ebenso lassen sich komplette Spielzüge simulieren.



www.redfir.de

INSTITUTSTEIL DRESDEN: STANDORTBESTIMMUNG IM ALL

Damit Rundfunk- und Fernsehsignale zuverlässig empfangen werden, müssen die entsprechenden Satelliten ihre relative Position zur Erde konstant beibehalten. Dafür sind von Zeit zu Zeit Korrekturen ihrer Bahnen nötig. Das Fraunhofer IIS / EAS und SES ASTRA haben eine neuartige technische Lösung für die Optimierung dieser Manöver erarbeitet. Entstanden ist ein hochgenaues Verfahren zur Ortsbestimmung von geostationären Satelliten, das neue Möglichkeiten für deren Betrieb eröffnet. Als innovatives, kostengünstiges Messsystem ist PaCoRa (Passive Correlation Ranging) sehr flexibel einsetzbar und ermöglicht eine Minimierung des Treibstoffverbrauchs von Satelliten zur Bahnkorrektur mit relativ geringem Aufwand. Das PaCoRa-Verfahren verzichtet auf die Sendung spezieller Ortungssignale und basiert auf der Verarbeitung der üblichen digitalen Signale für Rundfunk und Fernsehen. Unterstützt wurden die Partner dabei von der Europäischen Weltraumorganisation ESA.



<http://s.fhg.de/qGc>



SONDERPREIS DER EMBEDDED WORLD 2013 FÜR IIS-WISSENSCHAFTLER

Die Wissenschaftler der Abteilungen Kommunikationsnetze und Leistungsoptimierte Systeme wurden auf der embedded world am 26. Februar 2013 mit dem Sonderpreis des embedded AWARD 2013 für die Kombination zweier anwendungsnaher Technologien ausgezeichnet: Mit dem wartungsfreien und energieautarken, drahtlosen Multi-Hop-Sensornetz können Anwendungen für die strukturelle Überwachung von Bauwerken, die Kontrolle von Maschinen und Anlagen, die Automatisierung von komplexen Gebäuden oder die Bereiche Smart Metering und Sicherheit komfortabel realisiert werden.

Die Basis für die Kommunikation der Sensoren ist der so genannte s-net®-Funkprotokollstack, der selbst kleinste Energiemengen zur Initialisierung und zum Betrieb eines drahtlosen Multi-Hop-Sensornetzes nutzt. Energy Harvesting, d. h. die Gewinnung von Energie aus der Umgebung z. B. durch Temperatur, Schwingungen etc., kombiniert mit den hocheffizienten Powermanagement-Schaltungen des Fraunhofer IIS machen Batterien und damit den Wartungsaufwand für das Auswechseln oder Nachladen überflüssig. So lassen sich großflächig verteilte, wartungsfreie, drahtlose Sensornetze für das Internet der Dinge realisieren.



www.iis.fraunhofer.de/pms02

HDR FÜR BEWEGTE BILDER – BRILLANTE BILDER BEI JEDEM LICHT!

Der Scheinwerfer taucht die Sängerin in helles Licht. Der Rest der Band und der Hintergrund verschwinden entweder im Dunkeln oder das Gesicht der Sängerin wirkt undeutlich oder maskenhaft durch zu viel Helligkeit.

Um die Aufnahmetechnik unter diesen schwierigen Umgebungsbedingungen zu optimieren, stellen die Ingenieure der Abteilung Bewegtbildtechnologien den Prototyp eines Kamera-Arrays für HDR bei professionellen bewegten Bildern vor. HDR steht für High Dynamic Range. Das heißt: Der Kontrastumfang zwischen dem hellsten und dunkelsten Pixel, den die Kameras erfassen können, wird vergrößert. Jede Kamera des Arrays nimmt dabei ein unterschiedlich belichtetes Bild innerhalb einer Aufnahme auf. In einem Nachbearbeitungsschritt werden dann die Bilder automatisch zu einem einzigen HDR-Bild mit hohem Dynamikumfang verschmolzen.

Mit dem Verzicht auf eine zeitlich aufeinanderfolgende Mehrfachbelichtung verhindert man, dass bei bewegten Bildern beispielsweise Doppelbilder entstehen. Die Wissenschaftler verwenden für HDR ein Kameraarray, das aus mehreren Einzelkameras mit unterschiedlichen Abschwächungsfiltern besteht. Über eine leistungsfähige Algorithmen können die Ingenieure die verschiedenen Einzelaufnahmen zu einem HDR-Bild zusammenfügen. In Situationen, in denen eine einzelne Standardkamera mit der Aufnahme des kompletten Kontrastumfangs der Szene überfordert wäre, ist dieser Ansatz eine clevere Lösung. Optimale Voraussetzung für eine gute Aufnahme.



www.dcinema.fraunhofer.de/movieproduction

REVOLUTIONÄRES 3D-KLANG-ERLEBNIS FÜR DAS AUTO

Aus einer Dreieckskooperation zwischen Bang & Olufsen, Audi und dem Fraunhofer IIS ist ein Konzeptfahrzeug mit einem 3D-Klangerlebnis entstanden, das die Erwartungen, die man bisher an Car-Audiosysteme stellte, revolutionieren soll. Vorgestellt wurde der Audi Q7 auf der Consumer Electronics Show 2013 in Las Vegas.

Das neue 3D-Audiosystem gibt die Musik dreidimensional wieder, nachdem sie auf Basis psychoakustischer Erkenntnisse ausführlich analysiert wurde. Diese Analyse ermöglicht die intelligente Verteilung des Eingangssignals an die Lautsprecher im Wagen, was ein höchst originalgetreues und dreidimensionales Klangbild schafft. Per Knopfdruck kann der Benutzer die Einstellungen mithilfe des Multi Media Interface von Audi ändern und die 3D-Intensität individuell anpassen. Harald Popp, Leiter der Abteilung Multimedia-Echtzeitsysteme bei Fraunhofer IIS: »Dank unserer Forschungs- und Entwicklungsergebnisse im Bereich 3D-Audio schafft das Bang & Olufsen Advanced Sound System im Audi Q7 Konzeptfahrzeug eine eindrucksvolle Dimensionalität und Räumlichkeit, der es gelingt, sich von der Geometrie des Wagens zu lösen. Darüber hinaus gibt das System die Fülle der Musik unverfälscht und mit einer Präzision wieder, die den Zuhörer die Musik völlig neu erleben lässt.«



www.iis.fraunhofer.de/symphoria

ABTEILUNG BILDVERARBEITUNG UND MEDIZINTECHNIK NACH ISO 13485 ZERTIFIZIERT

Die Abteilung Bildverarbeitung und Medizintechnik des Fraunhofer IIS hat ein Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 13485 »Medizinprodukte – Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen für regulatorische Zwecke« und die damit verbundene Gestaltung der Entwicklungsprozesse eingerichtet.

Das seit Anfang 2013 zertifizierte Qualitätsmanagementsystem garantiert, dass die für die Entwicklung von Medizinprodukten geltenden gesetzlichen Anforderungen schon im Forschungs- und Entwicklungsprozess eingehalten werden. Zudem schafft es eine höhere Transparenz und Kontrolle für den Prozessablauf. Das zertifizierte Managementsystem kann den Entwicklungsprozess von Medizinprodukten beschleunigen, deren Sicherheit und Zuverlässigkeit erhöhen und potenzielle Risiken minimieren. Kunden des Fraunhofer IIS können die Forschungsergebnisse, die am IIS entstehen, direkt in ihren Medizinprodukten verwenden. Damit wird deren Zulassungsprozess deutlich einfacher und schneller.

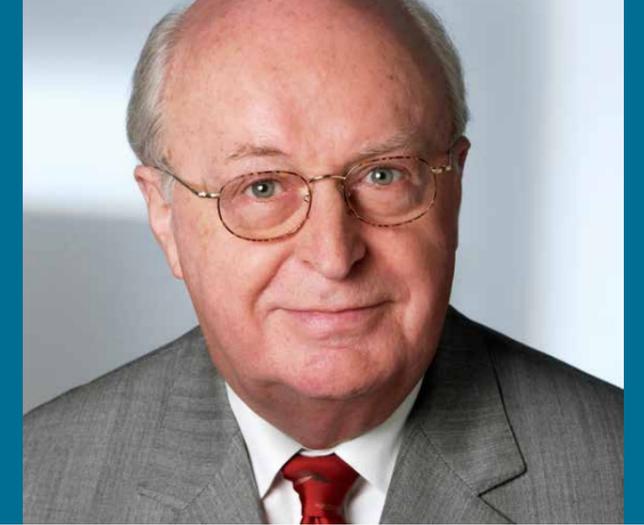
Der Geltungsbereich des QM-Systems umfasst die gesamten Entwicklungen der Abteilung Bildverarbeitung und Medizintechnik am Fraunhofer IIS und wird im Bereich der Hardware- als auch der Softwareentwicklung angewendet.

Mit der Zertifizierung verkürzt sich die Zeit, die sogenannte Time-to-Market, um Forschungsergebnisse in Form von Medizinprodukten auf den Markt zu bringen.



www.iis.fraunhofer.de/pms01

WAS SONST NOCH GESCHAH



ZENTRUM FÜR ALTERNSGERECHTE DIENSTLEISTUNGEN ERÖFFNET

In Nürnberg wurde das »Zentrum für altersgerechte Dienstleistungen (ZAD)« eröffnet. Seit 19. Juni 2013 bietet das Fraunhofer IIS, vertreten durch die Fraunhofer-Arbeitsgruppe Supply Chain Services SCS, gemeinsam mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Dienstleistungen zu den Themen Alter(n) und demografische Chance an. Prof. Heuberger konstatiert: »Der demografische Wandel und die Alterung der Gesellschaft in Kombination mit niedrigen Geburtenraten sind Themen, die eine höhere Bedeutung in der Gesellschaft verdient haben. Mit dem ZAD wollen wir gemeinsam mit der FAU Erlangen-Nürnberg unseren Beitrag zur Bewältigung der demografischen Herausforderungen leisten.« Ganz gleich ob es sich um altersgerechte Produkt- und Dienstleistungsentwicklung, die Arbeitsplatzorganisation oder betriebliche Zukunftsstrategien im Allgemeinen handelt – umfangreiche Beratung und der Einsatz fundierter, wissenschaftlich evaluierter Werkzeuge ermöglichen die Bearbeitung auch komplexer und spezifischer Herausforderungen. Das ZAD ist dabei mit Partnern aus der Altersforschung, der Psychologie, der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften sowie der Wirtschaftsinformatik – immer mit dem Fokus auf betriebliche Machbarkeit – interdisziplinär ausgerichtet. Das ZAD wird unterstützt vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie.



www.zad-nuernberg.de

TEST- UND ANWENDUNGSZENTRUM L.I.N.K ERÖFFNET

Am 26. April 2013 eröffnete das Fraunhofer IIS sein neues Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. für Lokalisierungstechnologien, Identifikation, Navigation und eingebettete Kommunikation in Nürnberg. Das Test- und Anwendungszentrum konnte durch die Initiative der Europäischen Union, der Bundesregierung, der Bayerischen Staatsregierung und der Fraunhofer-Gesellschaft realisiert werden. Es schafft für die Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte Lokalisierung, Kommunikation, Identifikation und Supply-Chain-Technologien und -Services eine ideale Entwicklungsumgebung, in der auch Kunden und Partner unter realistischen Umgebungen neue Technologien erproben und ihre Prozessabwicklung optimieren können. Auf 1400 Quadratmetern Laborfläche und 10 000 Quadratmetern zugehörigem Außengelände entwickeln, testen und integrieren die Fraunhofer-Wissenschaftler eigene neue Lokalisierungs- und Kommunikationstechnologien: GPS und Galileo-Satellitennavigation, funkgestützte Ortungssysteme, RFID und Smart-Object-Technologien, WLAN und drahtlose Sensornetze. Je nach Anwendung erfolgt die Entwicklung eigenständig oder in Verbindung mit gängigen Technologien und bietet damit für viele Branchen zukunftsorientierte Lösungen. Die Infrastruktur bietet einzigartige Möglichkeiten u. a. mit einem neu entwickelten 3D-Positioniersystem, das erlaubt, bis zu 1000 Positionen mit einer Messauflösung und Wiederholgenauigkeit ± 1 mm automatisch abzufahren. Supply Chain- und Logistiklösungen können auch in Verbindung von Außen- und Innenbereich realitätsgetreu für Langzeittests erprobt und verbessert werden. Die Teststrecke im Außenbereich ermöglicht die Weiterentwicklung von funkbasierten Fahrerassistenzsystemen.



www.iis.fraunhofer.de/pms04

INSTITUTSGRÜNDER FEIERT 80. GEBURTSTAG

Der Gründer des Fraunhofer IIS, Prof. Dr.-Ing. Dieter Seitzer, vollendete am 17. April 2013 sein 80. Lebensjahr. Aus diesem Anlass hat das Fraunhofer IIS Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik sowie Freunde, Bekannte und Weggefährten am 18. April 2013 zu einem feierlichen Empfang ins Institut eingeladen. Dabei wurden Prof. Seitzers prägender Einfluss auf die Mikroelektronik an der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg sowie sein Verdienst um die Gründung und den Ausbau des Fraunhofer IIS geehrt, das er von Beginn an bis 1998 leitete. Als Beauftragter für den Technologietransfer der Technischen Fakultät initiierte Prof. Seitzer die Gründung der Kontaktstelle für Forschungs- und Technologietransfer im Jahr 1981. Unter seiner Geschäftsführung entstand 1984 das »Zentrum für Mikroelektronik und Informationstechnik«, woraus 1985 die »Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Integrierte Schaltungen« und im Jahr 1990 schließlich das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS hervorgingen. Prof. Seitzer erkannte auch früh das Potenzial der Audio-Datenkompression, hat seine Grundlagen an der Universität erarbeitet und die technologische Weiterentwicklung am Fraunhofer IIS mit großem Engagement gefördert. Daraus entstand das heute weltweit bekannte mp3-Format. Zu seinen Auszeichnungen zählen u. a. das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse, die Staatsmedaille der Bayerischen Staatsregierung, der Verdienstorden des Freistaats Bayern sowie der Goldene Ehrenring der Stadt Erlangen und der Bayerische Maximiliansorden.



www.iis.fraunhofer.de/pms03



IEEE SYSTEM ON CHIP CONFERENCE ERSTMALIG IN DEUTSCHLAND

Vom 4. bis 6. September 2013 fand zum ersten Mal in Deutschland die 26. IEEE System on Chip Conference (SoCC) statt. Das Fraunhofer IIS in Erlangen war Gastgeber für mehr als 100 internationale, hochrangige Teilnehmer aus allen Bereichen der »System on Chip«-Forschung und -Entwicklung. Auf dem Programm standen anspruchsvolle Vorträge, Workshops und Präsentationen von wissenschaftlichen Arbeiten und Projektbeispielen. Keynote Speaker war Ron Martino, Vizepräsident der Automotive MCU Product Group, Freescale, einem weltweit führenden Anbieter von Embedded-Processing-Lösungen. Er referierte zum Thema »SoC-Innovations-Roadmap«. Weitere einführende Vorträge hielten Kaijian Shi, Technical Program Chair und Carsten Elgert, Product Marketing Director IP-Group von Cadence Design Systems, über »Strategien zum richtigen Einsatz von IP im SoC«. Volker Politz, Vizepräsident Business Development, Imagination USA, gab einen Ausblick auf zukünftige heterogene SoC-Architektur mit niedriger Verlustleistung.

Das Fraunhofer IIS ist seit Jahren in der Entwicklung von System on Chip aktiv und sieht es als große Anerkennung an, dass die Konferenz im Institut durchgeführt wurde. »Damit werden unsere Forschungsarbeiten gewürdigt«, sagt Norbert Schuhmann, General Chair der SOC-Konferenz und Leiter des Forschungsbereichs Digitale Systementwicklung am Fraunhofer IIS. System on Chip (SoC) bezeichnet die Integration eines gesamten elektronischen Systems auf einem Chip und ist die Grundlage für viele heutige Technologien in Mobiltelefonen, mp3-Playern, bei Videosystemen, im Auto und in der Automationstechnik.



www.ieee-socc.org

EZRT-NEUBAU AM STANDORT FÜRTH ERÖFFNET

Der Bereich Röntgentechnik ist kein neuer am Fraunhofer IIS. Ursprünglich entstanden aus einer gemeinsamen Abteilung des Fraunhofer IIS und Fraunhofer IZFP aus Saarbrücken, war das Potenzial von Beginn an groß. Mit der Eröffnung des Neubaus des Entwicklungszentrums Röntgentechnik in Fürth-Atzenhof am 11. Juli 2013 wurde nun für alle Mitarbeiter, die an mehreren Standorten des Fraunhofer IIS untergebracht waren, eine Gebäudeinfrastruktur geschaffen. Diese ermöglicht es, verschiedene Mess- und Prüftechnologien zu bündeln und das international agierende Zentrum für zerstörungsfreie Bauteilprüfung und Materialcharakterisierung auszubauen. »Unsichtbares sichtbar machen mit modernster Röntgentechnologie – das ist die Kernkompetenz unseres neuen Standorts in Fürth-Atzenhof«, erläutert Prof. Albert Heuberger, Leiter des Fraunhofer IIS. »Mit dem Entwicklungszentrum Röntgentechnik stärken wir unsere Präsenz in der Europäischen Metropolregion Nürnberg«, ergänzt der Bereichsleiter des Entwicklungszentrums Röntgentechnik, Prof. Randolf Hanke.



www.iis.fraunhofer.de/pms05

SMPTE ERNENNT SIEGFRIED FÖBEL ZUM »FELLOW«

Für seine herausragenden Verdienste in der Film- und Fernseh-technik ernannte der internationale Fachverband – die Society of Motion Picture and Television Engineers – Dr. Siegfried Föbel zum SMPTE-Fellow. Föbel und sein Team initiierten und leiten viele namhafte Projekte für die Einführung und Evaluierung neuer Entwicklungen für das Kino und das Fernsehen der Zukunft. Besonders hervorzuheben sind die grundlegenden Spezifikationen und Standards für das digitale Kino in der SMPTE und der International Organization for Standardization (ISO), im Auftrag der Digital Cinema Initiatives DCI.

Für die deutsche Kinobranche hat das Team um Siegfried Föbel landesspezifische Spezifikationen im Auftrag der Film-Förderanstalt FFA erstellt und veröffentlicht. Softwareentwicklungen wie z. B. die easyDCP-Software zur Erstellung von digitalen Kinopaketen (DCP) erlauben es auch mittleren und kleinen Produktionsfirmen ohne Spezialisten und vertieftes Expertenwissen digitale Kinoformate zu erstellen. Darüber hinaus zählen Kamera- und Kameraelektronikentwicklungen sowie Lösungen für die digitale Filmarchivierung zum Entwicklungsspektrum der IIS-Experten um Siegfried Föbel. Neue Formate für die Übertragung von Daten sowie neue Aufnahmetechnik mit HDR (Hoher Dynamikumfang/High Dynamic Range)-Technologien und die Lichtfeldaufnahme und -verarbeitung sind Zukunftsthemen der Bewegtbildtechnologien am IIS.



www.iis.fraunhofer.de/pms06

ART & TECHNOLOGY – NEUE VERANSTALTUNGSREIHE AM FRAUNHOFER IIS

Art meets Technology: Im halbjährlichen Rhythmus zeigt das Fraunhofer IIS in Erlangen künftig Ausstellungen, die Kunst und Technologie in eine spannende Wechselwirkung versetzen. Zum Auftakt von »Art & Technology« im Mai 2013 wurden Kunstwerke von Elvira Gerhäuser gezeigt, die in Verbindung gebracht werden mit der am Fraunhofer IIS entwickelten Gesichtserkennungssoftware SHORE™. Diese kombiniert aus der Mimik des Betrachters abgeleitete Emotionen mit der Rezeption eines ausgewählten Gemäldes. Mit zwei Kameras gewonnene Bilddetails verwandeln den Blick des Betrachters als Emotionsdaten zu sichtbaren Wahrnehmungsprozessen.



www.iis.fraunhofer.de/pms07

Fortgesetzt wurde die Reihe im November mit »Fraunhofer's Backbone. Spuren technologischer Bildelemente«. Gezeigt wurden Kunstwerke, von Mitarbeitern des Fraunhofer IIS geschaffen, die überraschende und herausfordernde Einblicke in den Umgang mit Technologie bieten. Mehr als 70 Kunstwerke zeigte die Ausstellung – mikroskopische Aufnahmen von Knochenmarkzellen, Aufnahmen einer VEMPIRE Time-of-Flight-Kamera, eindrucksvolle Röntgenaufnahmen, Layout-Impressionen eines WakeUp-Receivers sowie fulminante Aufnahmen mit Hochgeschwindigkeitskameras. Blickfang ist ein zwölf Meter hohes Banner mit einer Abbildung von Joseph von Fraunhofer, bei dem die einzelnen Bildelemente aus Abbildungen von Knochenmarkzellen bestehen.



www.iis.fraunhofer.de/pms08



PROFESSOR RANDOLF HANKE LEITET KOMMISSARISCH DAS FRAUNHOFER IZFP

Der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft hat Prof. Dr. Randolf Hanke, stellvertretender Leiter des Fraunhofer IIS und Leiter des IIS-Bereichs Entwicklungszentrum Röntgentechnik in Fürth, zum kommissarischen geschäftsführenden Leiter des Fraunhofer-Instituts für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken bestellt. Hanke hat sein neues Amt zum 1. Oktober 2013 angetreten. Prof. Dr. Christian Boller bleibt Mitglied der Institutsleitung.

Das Fraunhofer IZFP befasst sich mit den physikalischen Methoden der zerstörungsfreien Prüfung sowie der Charakterisierung von Werkstoffen. Weitere Arbeitsfelder des Instituts sind die Kontrolle und Überwachung von Fertigungsprozessen samt Anlagenkomponenten und die Zustandsbestimmung bestehender Infrastruktur. 1972 gegründet, zählt das Fraunhofer IZFP rund 200 Mitarbeiter an den beiden Standorten Saarbrücken und Dresden, wobei der Standort Dresden ab 1. Januar 2014 am Fraunhofer IKTS mit dem Themenschwerpunkt Material Diagnostics weitergeführt wird.

Mit Prof. Randolf Hanke wird die Führungsspitze des Instituts um eine Persönlichkeit erweitert, die bestens und seit Langem mit der Fraunhofer-Landschaft vertraut ist und sich erfolgreich um Wissenschaft und Forschung verdient gemacht hat: Der Inhaber des Lehrstuhls für Röntgenmikroskopie LRM an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg hat das Entwicklungszentrum für Röntgentechnik EZRT über viele Jahre hinweg sehr erfolgreich aufgebaut und geführt und wird auch weiterhin diesen Bereich am Fraunhofer IIS leiten.



www.izfp.fraunhofer.de

ERÖFFNUNG ZWEIER ANWENDUNGSZENTREN

Kürzlich als neues Modell der Fraunhofer-Gesellschaft eingeführt, hat das Fraunhofer IIS in Niederbayern und in Oberfranken jeweils ein Anwendungszentrum eröffnet. In Deggendorf forscht das Fraunhofer IIS seit dem 21. Mai 2013, gemeinsam mit der Technischen Hochschule Deggendorf und der Wolfgang-Pfeiffer-Stiftung des Industriepartners Intercontec Produkt GmbH, auf dem Gebiet der berührungslosen, zerstörungsfreien Messtechnik auf der Grundlage der Röntgen-Computertomographie. Neben der Einbindung der CT in die Lehre in Form von maschinentechnischen Praktika und Studentenprojekten werden die Technologien aus den Bereichen Material- und Produktentwicklung, der Prozessentwicklung sowie der Qualitätssicherung der regionalen und überregionalen Industrie angeboten.



www.iis.fraunhofer.de/pms11

In Coburg weihte das Fraunhofer IIS gemeinsam mit der Hochschule Coburg am 4. Juli 2013 das Anwendungszentrum Drahtlose Sensorik ein. Dort entstehen künftig Lösungen mit energiesparenden, drahtlosen Sensornetzen für die Bereiche Produktion, Bauwesen, Gesundheit und Landwirtschaft. Mögliche Einsätze sind die Überwachung von Brücken auf ihre Sicherheit, die Berücksichtigung von Umweltbedingungen auf Nutzflächen, um den Düngemittelsatz zu optimieren, oder die patientenfreundliche Unterstützung von Rehabilitationsübungen.



www.iis.fraunhofer.de/pms09

SPITZENFORSCHUNG HAUTNAH BEI DER LANGEN NACHT DER WISSENSCHAFTEN

Aktuelle Forschungsergebnisse und -projekte hat das Fraunhofer IIS in der Langen Nacht der Wissenschaften am 19. Oktober 2013 präsentiert. Mit mehr als 40 verschiedenen Programmpunkten war das Fraunhofer IIS einer der größten Veranstalter. Von 18 bis 1 Uhr konnten Besucher in Labors blicken, mit Wissenschaftlern sprechen und erfahren, wie vielfältig und spannend technische Forschung sein kann! Die Resonanz war nicht nur in Erlangen beachtlich. Viel Zuspruch erfuhr auch der neue Standort Fürth-Atzenhof, der bei der Langen Nacht der Wissenschaften erstmals für die Öffentlichkeit zugänglich war. Am Energie Campus Nürnberg »Auf AEG« präsentierte sich das Fraunhofer IIS ebenfalls. Mit weit über 4000 Besuchern war das Fraunhofer IIS an den drei verschiedenen Standorten wieder einer der großen Besuchermagneten.

Die nächste Lange Nacht der Wissenschaften ist für den 24. Oktober 2015 geplant.



www.iis.fraunhofer.de/pms10

**NAMEN, EREIGNISSE &
VERÖFFENTLICHUNGEN**



ZU FINDEN UNTER
www.iis.fraunhofer.de/jahresbericht



NAMEN, EREIGNISSE & VERÖFFENTLICHUNGEN

INHALT

Auszeichnungen und Preise
Honors and Awards

Mitwirkung in Fachgremien, Fachverbänden
und Programmkomitees
Participation in Committees

Mitgliedschaften des Fraunhofer IIS
Memberships held by Fraunhofer IIS

Schulpartnerschaften
School Partnerships

Kongresse und Messen
Congresses and Exhibitions

Veranstaltungen
Events

Internationale Kontakte
International Contacts

Wissenschaftliche Veröffentlichungen
Scientific Publications

Wissenschaftliche Vorträge
Scientific Presentations

Mitgestaltung der Lehre
Academic Synergies

Dissertationen
Dissertations

Studienarbeiten, Diplomarbeiten,
Bachelorarbeiten, Masterarbeiten
Study Project Papers, Diploma Theses,
Bachelor Theses, Master Theses

Auszubildende
Apprenticeships

Praktikanten
Interns

Impressum

Herausgeber

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

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, Verena Höttl,
Thomas Kondziolka, Patricia
Petsch, Angela Raguse-
Föbel, Matthias Rose, Julia
Rupprecht

Layout und Produktion

Uwe Eger, Christina Oppitz

Lektorat

Thoralf Dietz, Verena Höttl,
Dr. Karlheinz Kirsch, Patricia
Petsch, Marianne Urban

Druck

Nova Druck Goppert GmbH

Kontakt

Presse und Öffentlichkeits-
arbeit
Am Wolfsmantel 33
91058 Erlangen
Telefon + 49 9131 776-1631
Fax + 49 9131 776-1649
presse@iis.fraunhofer.de

Bildquellen

AGCO/Fendt (S. 47 l.)
Festo AG & Co. KG (S. 47 u.)
Fotolia.com/Friedberg (S. 49)
Fotolia.com/d3images (S. 72)
Fraunhofer (S. 47 r., S. 48)
Kurt Fuchs (S. 26, 30, 36,
37, 50, 54, 59 r., 62 l., 65 l.,
66, 69)
Alexander Heinrichs (S. 38)
iStock/Ziutograf (S. 62 r.)
Günter Meier (S. 68)
Stephan Minx (S. 6)
SES (S. 61)
SMPTE (S. 67 l.)

Alle übrigen Abbildun-
gen: © Fraunhofer IIS

Alle Rechte vorbehalten.
Vervielfältigung und Verbrei-
tung nur mit Genehmigung
der Redaktion.

Berichtszeitraum
1.1.2013–31.12.2013

© Fraunhofer IIS
Erlangen, Februar 2014

