



Fraunhofer

FHR

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR HOCHFREQUENZPHYSIK UND RADARTECHNIK FHR



JAHRESBERICHT
2013

On-Wafer-Prober zur Hochfrequenzvermessung von integrierten Schaltungen.

JAHRESBERICHT
2013

VORWORT

Liebe Freunde und Partner des Fraunhofer FHR,
liebe Leserinnen und Leser,

2013 war ein turbulentes Jahr, gekennzeichnet von politischen wie wirtschaftlichen Erfolgen und Krisen. Ein zentrales Element aller Bestrebungen weltweit ist dabei stets die Wahrung der Sicherheit von Menschen und Gütern.

Sicherheit ist ein Thema, dem sich das Fraunhofer FHR seit seiner Gründung im Jahr 1957 in den verschiedensten Facetten widmet. Richteten sich die Forschungsarbeiten des Instituts anfangs ausschließlich an die Bundeswehr, so konnten wir seit 2009 unser Angebot auch auf zivile Märkte ausdehnen. So unterstützten wir die Europäische Weltraumagentur ESA in mannigfaltiger Art und Weise bei ihren Weltraummissionen unter dem Leitgedanken „Sicherheit im Weltraum“, entwickeln moderne und störteste Radarverfahren für die Bundeswehr und widmen uns Sicherheitssystemen für Polizei und Katastrophenhilfe. Aber auch für andere Anwendungen gibt es viele Einsatzmöglichkeiten für Hochfrequenz- und Radartechnik. Einige Beispiele dafür werden Sie in diesem Jahresbericht finden.

Als eines der führenden europäischen Forschungsinstitute auf dem Gebiet der Hochfrequenz- und Radartechnik treiben wir gemeinsam mit unseren Partnern die Entwicklung neuer Technologien voran. Unsere Arbeiten betreiben wir zum Nutzen der Gesellschaft wie auch zur Stärkung der Wirtschaft. Mit unserer Kompetenz auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik ergänzen wir einerseits das Portfolio der Fraunhofer-Gesellschaft und können andererseits unseren Kunden dank dieses hochkarätigen Netzwerks Lösungen für vielzählige Problemstellungen bieten.

Dennoch wollen wir noch mehr bieten. Bei uns soll der Kunde alles aus einer Hand bekommen: Erstklassige, auf die individuellen Bedürfnisse angepasste Systeme – von der Machbarkeitsstudie über die Konzeptionierung bis zum fertigen Prototyp. Bisher musste das Fraunhofer FHR beim Chipdesign auf externe Hilfe zurückgreifen. Diese Lücke haben wir nun geschlossen. Ein Team aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern entwickelt seit diesem Jahr am FHR leistungsfähige, hochintegrierte Radarchips auf Basis von Silizium-Germanium, mit denen sich Hochfrequenzschaltungen bis 100 GHz und mehr für anspruchsvolle Anwendungen realisieren lassen. Zuverlässigkeit und Sicherheit sind dabei die wichtigsten Vorgaben.

Im Jahr 2013 startete das FHR einen Strategieprozess, in dem die vorhandenen Arbeitsfelder, Kundengruppen und Organisationsstrukturen analysiert und neue Ziele und Wege herausge-



arbeitet werden. In diesem Rahmen haben wir unsere Geschäftsfelder noch stärker auf die Bedarfe unserer Kunden ausgerichtet. Wir führen nun die Bereiche Verteidigung, Weltraum, Verkehr, Umwelt, Sicherheit und Produktion als neue Geschäftsfelder, in denen wir unsere Forschungsleistungen anbieten.

Das Jahr 2013 am Fraunhofer FHR, war gekennzeichnet durch kontinuierliche Weiterentwicklung der Forschungsarbeiten für Hochfrequenz- und Radartechnik, aber auch durch besondere Ereignisse, wie der Begleitung des Starts des europäischen Raumtransporters „Albert Einstein“. Die Bahn des ATV-4-Launchers der ESA konnte kurz nach dem Start erfolgreich erfasst werden, gefolgt von einer Spezialaufgabe für unsere Abteilung Radar zur Weltraumbeobachtung: Die Entfaltung des ATV-4 Antennenbooms konnte mithilfe hochauflösender Radarbilder nachgewiesen werden, was für die weitere Mission von hoher Bedeutung war. Herausragend war sicherlich auch die Verleihung des Karl-Arnold-Preises der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaft an Professor Nils Pohl, Abteilungsleiter für Millimeterwellenradar und Höchstfrequenz-Sensoren.

Beim gut besuchten „Wachtberg-Forum“, der alljährlich stattfindenden Hausmesse des FHR, konnten sich Kunden und Partner wieder ein Bild über die laufenden Forschungsarbeiten des Instituts machen. Eingeleitet wurde das Forum durch eine Podiumsdiskussion über „Kognitives Radar“ – eine neue Dimension von Radarverfahren, der sich das FHR in Zukunft vertieft widmen wird. Die inzwischen weltweit bekannte „Summer School on Radar and SAR“ wurde zum fünften Mal abgehalten und erfreute sich einer großen Zahl junger Wissenschaftler aus aller Welt.

An dieser Stelle möchte ich allen Kooperationspartnern des FHR danken – allen voran den Institutionen, die unsere Forschungsarbeiten gefördert haben und unseren Partnern aus der Wirtschaft.

Mit diesem Jahresbericht möchten wir Ihnen einen Einblick in unsere spannenden Projekte geben. Ich lade Sie daher ein, liebe Leserinnen und Leser, sich einen Überblick über die vielfältigen Aktivitäten des Fraunhofer FHR zu verschaffen und wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

Joachim Ender, Mai 2014

Institutsleiter:
Prof. Dr.-Ing. Joachim Ender
Tel. +49 228 9435-227
Fax +49 228 9435-627
joachim.ender@
fhr.fraunhofer.de

INHALTSVERZEICHNIS

2 ÜBERBLICK

- 2 Vorwort
- 4 Inhaltsverzeichnis
- 6 Fraunhofer FHR im Profil
- 10 Ihre Ansprechpartner
- 12 Das Kuratorium
- 14 Fraunhofer FHR an der Universität Siegen
- 16 „Eine schöne Überraschung“ –
Interview mit Prof. Dr. Nils Pohl

18 VERTEIDIGUNG

- 22 MOBIDAR
- 24 Scharfschützendetektion mit RaMoS
- 26 Weitreichende Aufklärung mit
SAR-Video-Echtzeitprozessierung
- 28 Compressed Sensing für GMTI

30 WELTRAUM

- 34 Analyse des ATV-4 mit Hilfe von
Radarabbildungen
- 36 Weiterentwicklung der Beobachtung
von Weltraumschrott mit Radar

38 VERKEHR

- 42 Störfeste Antennen für die Navigation
- 44 Sensor Based Landing Aid (SeLa)

46 UMWELT

- 50 Tragschrauber im Dienste von Natur und Umwelt

52 SICHERHEIT

- 56 TERASCREEN –
schnellere Sicherheitskontrollen an Flughäfen
- 58 MIRA-CLE Ka: Vermeiden und
Beherrschen von Katastrophen
- 60 „Die beste Wahl“ –
Interview mit Dr. María Antonia González-Huici

62 PRODUKTION

- 66 Hohe Frequenzen für die
Lebensmittelproduktion und Verarbeitung
- 68 blackValue – Recycling schwarzer Kunststoffe

70 AUS DEM INSTITUT

- 70 Wir leben Innovation
- 72 Besondere Ereignisse 2013
- 76 Wachtberg-Forum
- 78 Summerschool

80 FRAUNHOFER-VERBÜNDE

- 80 Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung
- 81 Verbund Mikroelektronik

82 FRAUNHOFER-ALLIANZ

- 82 Allianz Vision

83 FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

- 83 Überblick

84 ANHANG

- 84 Ausbildung und Lehre
- 88 Veröffentlichungen
- 96 Gremientätigkeiten
- 100 Auszeichnungen
- 101 Veranstaltungen
- 102 Pressespiegel

104 ANFAHRT

106 IMPRESSUM

ÜBERBLICK



FRAUNHOFER FHR IM PROFIL

Als eines der größten Radarforschungsinstitute in Europa besitzt das Fraunhofer FHR eine fundierte Expertise in nahezu allen Bereichen der Radartechnik und Höchstfrequenzsensorik.

Ziele und Aufgaben

Das Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR entwickelt Konzepte, Verfahren und Systeme für elektromagnetische Sensorik, insbesondere im Bereich Radar, verbunden mit neuartigen Methoden der Signalverarbeitung und innovativen Technologien vom Mikrowellen- bis zum unteren Terahertzbereich. Seine international anerkannte und geschätzte Kompetenz erstreckt sich über nahezu alle Teilgebiete moderner Radarverfahren. Mit einem Budget von rund 22 Mio Euro und rund 270 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist das Fraunhofer FHR eines der größten Radarforschungsinstitute in Europa.

Radar und artverwandte Hochfrequenzsysteme sind eine Schlüsseltechnologie für Verteidigung und Sicherheit, insbesondere in den Bereichen Überwachung und Aufklärung. Das Fraunhofer FHR unterstützt das Bundesministerium der Verteidigung hierbei seit der Institutsgründung 1957. In Deutschland nimmt das Fraunhofer FHR eine führende Rolle bei der Entwicklung neuer Technologien für vielzählige Anwendungen ein, wie zum Beispiel Erfassung der Weltraumbeobachtung mit Radar, multifunktionale Radarsysteme mit phasengesteuerten Gruppenantennen, adaptive Stör-Unterdrückung, Millimeterwellen-Technologien, höchstauflösende Bildgebung mittels SAR- und ISAR-Verfahren, Bewegtziel-Entdeckung (MTI) mit Space-Time Filtering, Zielklassifizierung und Passivradar.

Durch die interdisziplinäre Forschungsarbeiten in den Bereichen der Berechnung elektromagnetischer Felder, der Entwicklung innovativer Hochfrequenzsysteme und fortgeschrittenen Verfahren und Algorithmen der Signal- und Informationsverarbeitung sowie seiner Kompetenzen in der Erfassung und Beurteilung von Informationen zur Weltraumlage kann das FHR komplexe Verfahren, Systeme, Subsysteme und

Komponenten entwerfen, aufbauen, erproben und nutzen. Das FHR ist in der wissenschaftlichen Fachgemeinschaft gut vernetzt, veröffentlicht jährlich eine große Zahl von Beiträgen in wissenschaftlichen Publikationen bzw. auf Konferenzen. Das Institut arbeitet eng mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zusammen, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beteiligen sich intensiv an der Hochschullehre und der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Kernkompetenzen im Überblick

In fünf Bereichen kann das Fraunhofer FHR seinen Partnern mit Fähigkeiten in herausragender Breite und Tiefe zur Seite stehen. Mit diesen Kernkompetenzen deckt das FHR die gesamte Entwicklungskette von Radar- und HF-Systemen ab: Von der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen über die elektronischen Komponenten, den Aufbau und die Erprobung von Demonstratoren bis hin zu den Methoden der Signalverarbeitung und deren Umsetzung. All diese Fähigkeiten unter einem Dach zu vereinen, ist ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal des Instituts.

Kernkompetenz 1 – Elektromagnetische Felder

Das FHR verfügt über einen in Jahrzehnten aufgebauten Kompetenzbereich für die numerische Berechnung elektromagnetischer Felder, der die Grundlage für die Charakterisierung von Streufeldern und die Konstruktion innovativer Antennen und Antennengruppen bildet. Diese Kernkompetenz ist querschnittlich in allen Geschäftsfeldern einsetzbar.

Kernkompetenz 2 – Hochfrequenzsysteme

Das FHR besitzt die Fähigkeit, neuartige und komplexe Baugruppen im Mikrowellen- und Millimeterwellenbereich aufzubauen. Im Spektrum sind planare Schaltungen, Hohlleiterkomponenten, integrierte Schaltungen, Breitbandtechnologie, Array-basierte Subsysteme sowie aktive und passive Radarsysteme. Die Miniaturisierung von Komponenten und Subsystemen bildet eine attraktive Teilkompetenz.

Kernkompetenz 3 – Signalverarbeitung und Bildgebung

Das FHR ist weltweit bekannt für die Entwicklung und erfolg-

*Foto von Fraunhofer
FHR-Gebäuden und Welt-
raumbereobachtungsradar
TIRA in Wachtberg.*

reiche Anwendung hochkomplexer mathematischer Verfahren zur Verarbeitung von ein- und mehrkanaligen Signalen zur Szenenrekonstruktion in Form von Positions- und Bewegungsparametern entdeckter Ziele oder von Radarbildern (SAR und ISAR). Bei Verfahren wie höchstauflösender Bildgebung, STAP-MTI, MIMO-SAR/MTI und Compressive Sensing hat das FHR für die weltweite Entwicklung wesentliche Beiträge geleistet.

Kernkompetenz 4 – Klassifizierung

Vorwiegend für militärische Anwendungen wurden vom FHR Verfahren zur nicht-kooperativen Klassifizierung von Luft-, See- und Landfahrzeugen entwickelt, die direkt auf den gemessenen Radarsignaturen aufsetzen. Zur Gewinnung solcher Signaturen stehen eigens dafür aufgebaute Experimentalsysteme zur Verfügung.

Kernkompetenz 5 – Weltraumradar

Im Bereich Weltraum steht eine breite Wissens- und Erfahrungsbasis des „Kompetenzteams Weltraumlage“ zur Verfügung. Forschungsschwerpunkte sind Satellitenbahnmechanik, der Situation in Bezug auf die Raumfahrtrückstände („Space Debris“) im erdnahen Weltraum, zu Aufgaben, Wirkungsweisen und Aufbau individueller Satelliten, der hochpräzisen Bahnbestimmung zur Schätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit sowie zur Wiedereintrittsprognostik. Neben dem einzigartigen Radarsystem TIRA besitzt das Institut hohe Kompetenz für „Phased-Array“-basierte Weltraumüberwachung als Ergänzung der Fähigkeiten zur Weltraumaufklärung.

Seine Fähigkeiten stellt das Fraunhofer FHR seinen Kunden und Partnern zur Entwicklung neuartiger Produkte in seinen Geschäftsfeldern zur Verfügung. Diese wurden im vergangenen Jahr im Rahmen einer kontinuierlichen Anpassung an die Marktgegebenheiten neu definiert:

Geschäftsfeld 1 – Verteidigung

Die Radar-Anwendungen in diesem Umfeld betreffen Aufklärung, Überwachung und Schutz von Land, See und Luft mit Radarsystemen aller Größenordnungen auf den verschiedensten Plattformen. Durch die Vertiefung ausgewählter Aspekte kann flexibel auf Fähigkeitslücken der Bundeswehr reagiert werden. Für die wehrtechnische Wirtschaft bietet das FHR Hilfestellungen in vielfältiger Art für die Entwicklung einsetzbarer Produkte.

Geschäftsfeld 2 – Weltraum

Radar ist der wichtigste Sensor zur Überwachung und Aufklärung des erdnahen Weltraums. Das FHR entwickelt für den Kunden maßgeschneiderte Systeme und Verfahren zur Entdeckung, Verfolgung, Abbildung und Analyse von Objekten im Weltraum.

Geschäftsfeld 3 – Verkehr

Radar zählt zu den wichtigsten Sensoren für die frühzeitige Erkennung und Vermeidung von potenziell gefährlichen Situationen im Verkehrsgeschehen. Im Geschäftsfeld Verkehr verfügt das FHR über ein breites Spektrum an Lösungen, die nahezu für alle Teilbereiche von Interesse sind (Luft-, See- und Landverkehr).

Geschäftsfeld 4 – Umwelt

In den Bereichen Erneuerbare Energien, Waldschadensanalyse, Umweltverschmutzungs-Monitoring, Recycling und ökologische Begleitforschung können Hochfrequenzsensoren wesentliche Beiträge erbringen.

Geschäftsfeld 5 – Sicherheit

Technologisch verschwimmt die Grenze zwischen innerer und äußerer Sicherheit mehr und mehr. Das FHR kann in diesem Geschäftsfeld passive und aktive Personenscanner, Brief-, Taschen- und Kofferscanner, Sensoren zur Erkennung

von Brandherden, Minen- und Hohlraumdetektoren sowie MIMO-Systeme zur Überwachung kritischer Infrastruktur und unstabiler Gebäude und Hänge anbieten.

Geschäftsfeld 6 – Produktion

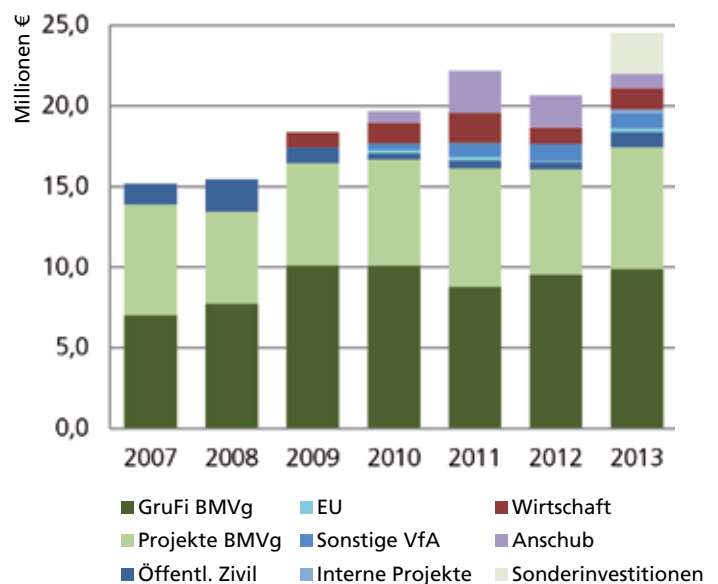
Radarsysteme eignen sich insbesondere, wenn die Umweltbedingung den Einsatz von optischen Sensoren nicht zulassen. Die Fähigkeit, Abstände bis in den Mikrometer-Bereich präzise zu vermessen, ist der Schlüssel für eine gleichbleibend hohe Qualität. Das Fraunhofer FHR verfolgt ganzheitliche, individuelle Lösungen, um die Kosten, die Entwicklungszeit sowie die verwendete Technik zu optimieren.

Personal- und Budgetentwicklung

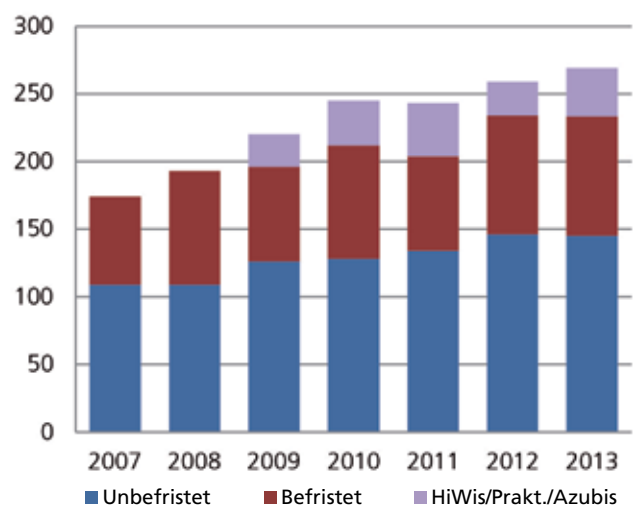
Das Budget des Instituts kumuliert sich aus mehreren Finanzierungsquellen: Der Grundfinanzierung durch das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg), der Projektfinanzierung aus Mitteln des Verteidigungshaushaltes und den Einkünften aus dem Vertragsforschungsbereich (VfA), der wiederum unterteilt werden kann in Wirtschaftserträge, öffentliche zivile Erträge, EU-Erträge, interne Projekte, Sonstige und Anschubfinanzierung. Hinzu kommt in 2013 eine Sonderinvestition. Im Jahr 2013 erwirtschaftete das Fraunhofer FHR im wehrtechnischen und im zivilen Institutsteil einen Gesamtertrag in Höhe von 24,5 Millionen Euro (Grundfinanzierung: 9,9 Mio €, Projektfinanzierung: 7,6 Mio €, VfA: 4,5 Mio €, Sonderinvestition: 2,5 Mio €).

Zum Jahresende 2013 waren am Fraunhofer FHR insgesamt 269 Mitarbeiter beschäftigt, ein leichtes Wachstum im Vergleich zum Vorjahr. Davon sind 145 unbefristet und 88 Personen befristet beschäftigt. Hinzu kommen noch 36 Studierende und Auszubildende.

Budgetentwicklung 2007 - 2013



Mitarbeiterentwicklung 2007 - 2013



IHRE ANSPRECHPARTNER

Kuratorium Vorsitzender Prof. Dr. rer. nat. Dr. h. c. HERMANN ROHLING TU Hamburg-Harburg							
Business Development Dr. rer. nat. FRANK LORENZ  Tel. +49 228 9435-399 frank.lorenz@fhr.fraunhofer.de		Interne und externe Kommunikation Dipl.-Volksw. JENS FIEGE  Tel. +49 228 9435-323 jens.fiege@fhr.fraunhofer.de		Informationstechnik MICHAEL BUSSMANN  Tel. +49 228 9435-211 michael.bussmann@fhr.fraunhofer.de			
Geschäftsfeldsprecher		Antennentechnologie und elektromagnetische Modellierung (AEM)  Dr.-Ing. PETER KNOTT Tel. +49 228 9435-560 peter.knott@fhr.fraunhofer.de		Array-gestützte Radarbildgebung (ARB)  Dr.-Ing. ANDREAS BRENNER Tel. +49 228 9435-318 andreas.brenner@fhr.fraunhofer.de		Millimeterwellenradar und Höchstfrequenzsensoren (MHS)  Prof. Dr.-Ing. NILS POHL Tel. +49 228 9435-157 nils.pohl@fhr.fraunhofer.de	
Verteidigung Dr.-Ing. ANDREAS BRENNER  Tel. +49 228 9435-318 andreas.brenner@fhr.fraunhofer.de		Elektromagnetische Modellierung Dr.-Ing. FRANK WEINMANN  Tel. +49 228 9435-223 frank.weinmann@fhr.fraunhofer.de		Multifunktionale Hochfrequenzsensorik Dipl.-Ing. HELMUT WILDEN  Tel. +49 228 9435-316 helmut.wilden@fhr.fraunhofer.de		Millimeterwellen-Radar Dr. rer. nat. MICHAEL CARIS  Tel. +49 228 9435-353 michael.caris@fhr.fraunhofer.de	
Weltraum Dr.-Ing. Dipl.-Inform. GUIDO BARTSCH  Tel. +49 228 9435-268 guido.bartsch@fhr.fraunhofer.de		Antennen und Front-End-Technologie Dr.-Ing. THOMAS BERTUCH  Tel. +49 228 9435-561 thomas.bertuch@fhr.fraunhofer.de		Sensornah Digitaltechnologie Dipl.-Ing. (FH) CLAUS KIRCHNER  Tel. +49 228 9435-203 claus.kirchner@fhr.fraunhofer.de		Algorithmik Dr. rer. nat. ANIKA MARESCH Tel. +49 228 9435-760 anika.maresch@fhr.fraunhofer.de	
Verkehr Dr.-Ing. ANDREAS DANKLMAYER Tel. +49 228 9435-350 andreas.danklmayer@fhr.fraunhofer.de		Technik und Sicherheit Dipl.-Ing. (FH) STEFAN VORST  Tel. +49 228 9435-444 stefan.vorst@fhr.fraunhofer.de		Mehrkanalige Signalprozessierung Dr.-Ing. DELPHINE CERUTTI-MAORI  Tel. +49 228 9435-290 delphine.cerutti-maori@fhr.fraunhofer.de		Signaturen Dipl.-Ing. GREGOR BIEGEL  Tel. +49 228 9435-581 gregor.biegel@fhr.fraunhofer.de	
Umwelt Dipl.-Ing. HEINER KUSCHEL  Tel. +49 228 9435-389 heiner.kuschel@fhr.fraunhofer.de		Adaptive Array-Signalverarbeitung Dr. rer. nat. WOLFRAM BÜRGER  Tel. +49 228 9435-220 wolfram.buerger@fhr.fraunhofer.de		Millimeterwellen und Terahertzsensoren Dipl.-Ing. DIRK NÜSSLER  Tel. +49 228 9435-550 dirk.nuessler@fhr.fraunhofer.de			
Sicherheit M. Sc. STEFAN A. LANG  Tel. +49 228 9435-782 stefan.lang@fhr.fraunhofer.de		MIMO-Radar und Multistatik Dr. rer. nat. JENS KLARE  Tel. +49 228 9435-311 jens.klare@fhr.fraunhofer.de		Sensorsysteme für Sicherheitsanwendungen M. Sc. STEFAN A. LANG  Tel. +49 228 9435-782 stefan.lang@fhr.fraunhofer.de			
Produktion Dipl.-Ing. DIRK NÜSSLER  Tel. +49 228 9435-550 dirk.nuessler@fhr.fraunhofer.de		Bildgebende Radar-Verfahren Dr.-Ing. PATRICK BERENS  Tel. +49 228 9435-641 patrick.berens@fhr.fraunhofer.de		Radiometrie Dipl.-Ing. DENIS NÖTEL Tel. +49 228 9435-578 denis.noetel@fhr.fraunhofer.de			
				Chip-Design Prof. Dr.-Ing. NILS POHL  Tel. +49 228 9435-157 nils.pohl@fhr.fraunhofer.de			



Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik

Institutsleiter
Univ.-Prof. Dr.-Ing. JOACHIM H. G. ENDER
Tel. +49 228 9435-227
joachim.ender@fhr.fraunhofer.de

Universität Siegen

Lehrstuhl
Hochfrequenzsensoren
und Radarverfahren

Sicherheit

Ass. jur. GLORIA POST

Tel. +49 228 9435-641
gloria.post@fhr.fraunhofer.de

Patente / Schutzrechte

Dipl.-Ing. (FH) ALEXANDER STUCKERT



Tel. +49 228 9435-278
alexander.stuckert@fhr.fraunhofer.de

Werkstatt

CHRISTOPH PESCHEL



Tel. +49 228 9435-231
christoph.peschel@fhr.fraunhofer.de

Anwendungszentrum für multimodale und luftgestützte Sensorik (AMLS)

Prof. Dr. rer. nat. JENS BONGARTZ



Tel. +49 2642 932-427
jens.bongartz@fhr.fraunhofer.de

Passives und störfestes Radar (PSR)



Dipl.-Ing.
HEINER KUSCHEL
Tel. +49 228 9435-389
heiner.kuschel@fhr.fraunhofer.de

Kognitives Radar (KR)

Dipl.-Ing.
STEFAN BRÜGGENWIRTH
Tel. +49 228 9435-105
stefan.brueggenwirth@fhr.fraunhofer.de

Radar zur Weltraumbeobachtung (RWB)

Dr.-Ing.
LUDGER LEUSHACKE
Tel. +49 228 9435-256
ludger.leushacke@fhr.fraunhofer.de

Verwaltung



JÜRGEN NEITZEL
Tel. +49 228 9435-240
juergen.neitzel@fhr.fraunhofer.de

Passive Sensorik und elektronische Gegenmaßnahmen

Dipl.-Math. JOSEF WORMS



Tel. +49 228 9435-216
josef.worms@fhr.fraunhofer.de

Nicht-kooperative Identifizierung

Dr. rer. nat. TANJA BIEKER

Tel. +49 228 9435-634
tanja.bieker@fhr.fraunhofer.de

Verfahren zur Weltraumbeobachtung

Dr.-Ing. LUDGER LEUSHACKE

Tel. +49 228 9435-256
ludger.leushacke@fhr.fraunhofer.de

Finanzen

Dipl.-Kff. (FH) MONIKA FLOR



Tel. +49 228 9435-565
monika.flor@fhr.fraunhofer.de

Passiver Sensorverbund

Dipl.-Ing. HEINER KUSCHEL



Tel. +49 228 9435-389
heiner.kuschel@fhr.fraunhofer.de

UWB-Radar

Dr.-Ing. UDO USCHKERAT



Tel. +49 228 9435-517
udo.uschkerat@fhr.fraunhofer.de

TIRA - Radartechnik, Weiterentwicklung und Betrieb

Dr.-Ing. KLEMENS LETSCH

Tel. +49 228 9435-343
klemens.letsch@fhr.fraunhofer.de

Personal

DETLEF SCHAFFORS



Tel. +49 228 9435-641
detlef.schaffors@fhr.fraunhofer.de

Experimentalsysteme

Dipl.-Ing. (FH) JOCHEN SCHELL

Tel. +49 228 9435-396
jochen.schell@fhr.fraunhofer.de

TIRA - Antennensystem und Infrastruktur

Dipl.-Ing. JÜRGEN MARNITZ

Tel. +49 228 9435-248
juergen.marnitz@fhr.fraunhofer.de

Bautechnik

ANDREAS THIESSEN



Tel. +49 228 9435-221
andreas.thiessen@fhr.fraunhofer.de

ÜBERBLICK



DAS KURATORIUM

Das Kuratorium begleitet unsere Forschungsarbeit und berät den Institutsleiter und den Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft. Die Mitglieder unseres Kuratoriums aus Industrie, Wissenschaft und Ministerien sind:

Vorsitzender

Prof. Dr. rer. nat. Dr. h. c. Hermann Rohling

TU Hamburg-Harburg

Hamburg

Stellv. Vorsitzender

Dipl.-Ing. Gunnar W. R. Pappert

Diehl BGT Defence GmbH & Co. KG

Überlingen

Prof. Dr. Kristian Bosselmann-Cyran

Hochschule Koblenz

Koblenz

Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes

Ruhr-Universität Bochum

Bochum

Prof. Dr.-Ing. Dirk Heberling

RWTH Aachen

Aachen

Prof. Dr.-Ing. Lorenz-Peter Schmidt

Universität Erlangen-Nürnberg

Erlangen

Dr. Gerhard Kahl

Airbus Defence & Space

Unterschleißheim

Prof. Dr.-Ing. Klaus Solbach

Universität Duisburg-Essen

Duisburg

Prof. Dr.-Ing. Heiner Klinkrad

ESA / ESOC

Darmstadt

Dr.-Ing. Walter Stammler

LFK-Lenkflugkörpersysteme GmbH

Unterschleißheim

Prof. Dr.-Ing. habil. Otmar Loffeld

Universität Siegen

Siegen

MinRat Norbert Michael Weber

Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)

Bonn

Dipl.-Ing. Martin Pirkl

Airbus Defence & Space

Ulm

Winfried Wetjen

OHB-System AG

Bremen

Die Teilnehmer der Kuratoriumssitzung am 7.6.2013 auf dem Institutsgelände in Wachtberg:

Dr. Krag (ESA/ESOC), Prof. Rohling, Prof. Loffeld, Prof. Solbach, Herr Weber, Dr. Stammler, Prof. Heberling, Herr Neppig (WTD 81), Herr Wetjen, Prof. Klinkrad, Herr Pirkl, Dr. Kahl, Herr Pappert, Prof. Rolfes, Prof. Ender (Fraunhofer FHR), Dr. Rauscher (Fraunhofer Zentrale)

ÜBERBLICK



FRAUNHOFER FHR AN DER UNIVERSITÄT SIEGEN

Seit Mitte Dezember 2011 ist der FHR-Institutsleiter Professor Joachim Ender Lehrstuhlinhaber für Hochfrequenzsensoren und Radarverfahren an der Universität Siegen, Zentrum für Sensorsysteme (ZESS). Hier sollen die Kompetenzen beider Institutionen auf dem Gebiet der Radarsensorik, insbesondere der bildgebenden Radarverfahren, mit dem Ziel verbunden werden, neue Methoden für Umweltexploration und Fernerkundung zu entwickeln und experimentell zu validieren.

Beim 1989 gegründeten ZESS steht die interdisziplinäre anwendungsorientierte Forschung in den naturwissenschaftlich-technischen Bereichen im Fokus, mit einer besonderen Ausprägung bei der Entwicklung von Sensoren, Sensorsystemen und der zugehörigen Signal- und Informationsverarbeitung. Mit Programmen wie dem „International Postgraduate Programme Multi Sensorics“ und „Multi Modal Sensorsystems for Environmental Exploration and Safety“ hat das ZESS eine große Anzahl internationaler PhD-students angezogen und dadurch eine hohe wissenschaftliche Qualität aufgebaut.

FHR und ZESS arbeiten schon seit vielen Jahren zusammen, arbeiten an gemeinsamen Förderprojekten und ergänzen sich durch Lehre und Förderung von Studenten und Doktoranden. Große Beachtung hat die gemeinsame Bearbeitung des DFG-Paketprojektes „*Bistatic Exploration*“ gefunden, in dem wegweisende neue Verfahren der bistatischen Radarbildgebung entwickelt und aufsehenerregende Experimente durchgeführt wurden.

Beim Lehrstuhl für Hochfrequenzsensoren und Radarverfahren wurde inzwischen ein Labor für „*Sub Surface Imaging*“ eingerichtet. Radarsensoren zum Aufspüren und Abbilden von Objekten unter der Oberfläche sind dann besonders interessant, wenn das Medium, in oder hinter dem sich das Objekt befindet, für das sichtbare Licht undurchdringbar ist. Dies gilt nicht nur für bodendurchdringendes Radar, sondern

auch für viele andere Anwendungen von Qualitätsprüfung bis in den medizintechnischen Bereich hinein. Neuere Sensor-konfigurationen wie *Multi-Input Multi-Output* Radar (MIMO) und Signalverarbeitungsverfahren wie *Compressive Sensing* bieten das Potenzial für wesentliche Verbesserungen der bisher erzielten Ergebnisse. Eine besondere Herausforderung bildet hier die genaue Modellierung der Echosignale, die eine elektromagnetische Charakterisierung des Mediums voraussetzt.

Im „*Sub Surface Imaging Lab*“ wurde ein Experimentalsystem aufgebaut, das es erlaubt, im Ultrabreitbandbereich mehrkanalige Rohdaten aufzunehmen und dabei durch lineare Bewegung eine synthetische Apertur zu durchfahren. Ein weiteres Messsystem mit planarem Scan ist im Aufbau. Geplant ist dieses System zur dreidimensionalen Abbildung von im Medium verborgenen Objekten.

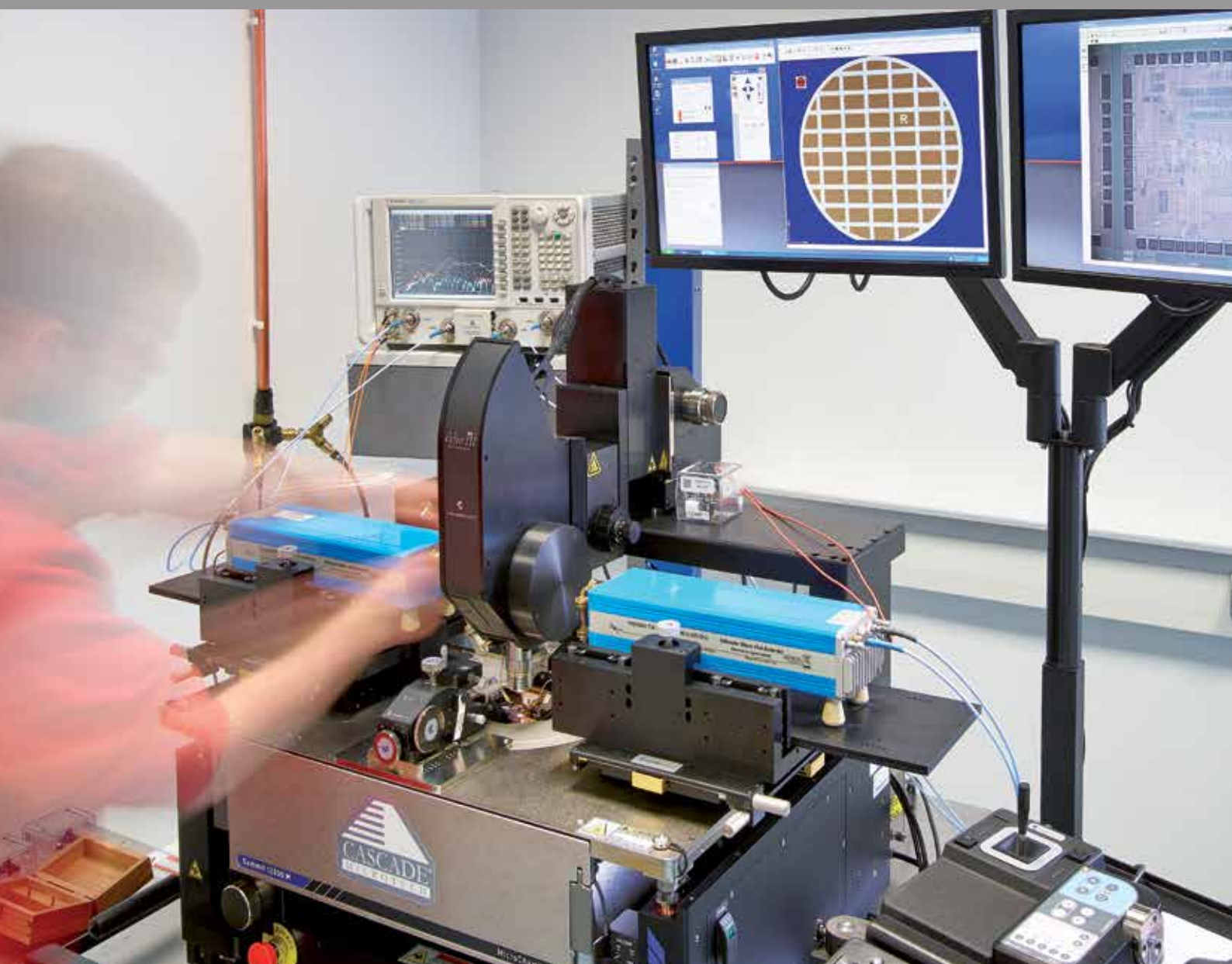
Bistatisches Radar zur Erkennung von bewegten Fahrzeugen mit Beleuchtung durch einen Erdbeobachtungssatelliten (ZESS).

*Prof. Dr.-Ing. Joachim Ender
Tel. +49 228 9435-227
Fax +49 228 9435-627
joachim.ender@
fhr.fraunhofer.de*

INTERVIEW

„EINE SCHÖNE ÜBERRASCHUNG“

Als Doktorand baute er zum Spaß ein radarbasiertes Messsystem, das durch Variierung der Messentfernung Weihnachtslieder spielen konnte. Heute ist Nils Pohl einer der besten Nachwuchswissenschaftler in Nordrhein-Westfalen und Abteilungsleiter am Fraunhofer FHR.



Prof. Pohl, seit Anfang 2013 sind Sie Leiter der Abteilung Millimeterwellen- und Höchstfrequenzsensoren. Zugleich sind Sie aber auch Juniorprofessor an der Ruhr-Universität Bochum.

Pohl: Ja, von der Professur bin ich derzeit allerdings beurlaubt, um meine Aufgaben als Abteilungsleiter wahrnehmen zu können. Ich plane aber, die Verbindung zu Universitäten beizubehalten. Zum einen ist die dortige Grundlagenforschung ein wertvoller Beitrag, zum anderen macht es mir viel Spaß, Vorlesungen zu halten.

Sie haben auch an der Ruhr-Universität studiert. Was genau?

Pohl: Ich habe Elektrotechnik und Informationstechnik studiert, 2005 mein Diplom gemacht und gleich im Anschluss promoviert. Bereits im Studium habe ich mich thematisch auf Hochfrequenztechnik und Chipdesign fokussiert.

Chipdesign spielt ja auch bei Ihrer Promotion eine große Rolle?

Pohl: Richtig. Ich habe mich eigentlich ausschließlich mit Chipdesign befasst. Ziel war ein Radarsystem, das beispielsweise den Füllstand von industriellen Flüssigtanks erfassen kann. In dieser Zeit habe ich einige interessante Schaltungen realisiert. Durch wenige Kniffe konnte ich etwa extrem breitbandige Oszillatoren realisieren. Dies ist die Grundlage für sehr hochauflösende Radarsysteme.

Sie wurden 2011 als Juniorprofessor an den Lehrstuhl Integrierte Systeme der Uni Bochum berufen.

Pohl: Eine Juniorprofessur ist eine schöne Chance, da man relativ viele Freiheiten hat, ein Thema so zu beackern, wie man es möchte und darin zu forschen. In der Zeit habe ich an den Themen aus meiner Promotion weitergeforscht und mich verstärkt auf die Entwicklung von Chips auf Basis von Silizium-Germanium (SiGe) konzentriert und diese auch in verschiedene Radaranwendungen gebracht.

Bisher wurden Chips meist auf Basis von Silizium oder Gallium-Arsenid hergestellt. Welche Vorteile bieten SiGe-Chips?

Pohl: Ursprünglich waren Silizium Chips nur für rein digitale Anwendungen konzipiert, wie wir sie von Computern kennen. Die ersten SiGe-Chips wurden Ende der 1990er Jahre entwickelt, um 2004 wurden die ersten Radarsysteme mit SiGe-Chips hergestellt. Die Automobilindustrie war hier Vorreiter. Die Dotierung des Siliziums mit Germanium ermöglicht überaus hohe Schaltfrequenzen, wie wir sie in der Hochfrequenztechnik benötigen. Somit können wir nun hochintegrierte Radarsysteme konzipieren, die kompakt sind, in Massenproduktion und folglich überaus günstig hergestellt werden können.

Für Ihre Arbeiten auf diesem Gebiet wurden Sie kürzlich mit dem Karl-Arnold-Preis Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste ausgezeichnet.

Pohl: Oh ja, das war eine ziemliche Überraschung! Eine gute, natürlich. Eines Tages klingelte das Telefon, und ich erfuhr gleichzeitig, dass ich vorgeschlagen wurde und die Nominierung erfolgreich war; ich also den Preis gewonnen hatte. Dem Nominierenden und offensichtlich auch der Jury hatte meine Lösung, ein Radar zu miniaturisieren, sehr gut gefallen. Sie fanden das war etwas Neues, und Fortschrittliches und technisch elegant.

Führen Sie Ihre Forschung im Bereich der SiGe-Chips weiter fort?

Pohl: Selbstverständlich. Ich denke, und auch das Institut sieht das so, dass die SiGe-Technologie eine sinnvolle Ergänzung des Portfolios des FHR ist. Im vergangenen Monat haben wir ein neues Team gegründet, das sich ausschließlich mit Chipentwurf befassen wird. Die ersten Chips befinden sich bereits in der Fertigung und wir werden sie in einigen Wochen erhalten. Wir sind schon sehr gespannt.

Welche Funktion werden die Chips erfüllen können?

Pohl: Noch sind wir ja am Anfang. Ein Radar-on-the-chip zu entwickeln ist trotz allem Fortschritt der letzten Jahre noch eine große Herausforderung. Aber unser Ziel sind komplexe mehrkanalige Systeme beispielsweise zum Einsatz in der Qualitätskontrolle und der Produktion. Hier können THz-Zeilenkameras auch bei hohen Bandgeschwindigkeiten von mehreren Metern pro Sekunde hochpräzise Ergebnisse und Bilder liefern.

Prof. Pohl, herzlichen Dank für das Gespräch.



Ihr Ansprechpartner:
Prof. Dr.-Ing.
NILS POHL
Tel. +49 228 9435-249
nils.pohl@fhr.fraunhofer.de

VERTEIDIGUNG



Das Fraunhofer FHR wurde damit beauftragt, den neuen Bundeswehr-Transporter A400M mittels Radar zu vermessen.

IM EINSATZ BEWÄHRT

Finden, ohne entdeckt zu werden, aufklären und überwachen – moderne Radare müssen im Einsatz absolut zuverlässig und exakt arbeiten. Das Fraunhofer FHR arbeitet an neuen Verfahren für moderne, leistungsfähige Systeme.



Ein Blick durch die Wolken

Im Bereich Verteidigung ist Radar ein unverzichtbarer Sensor. Bei nahezu jedem Wetter liefert er eine Vielzahl an Informationen und ermöglicht die Aufklärung unbekannter Gebiete. Im Geschäftsfeld Verteidigung forschen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer FHR an neuer Soft- und Hardware u. a. zur weiträumigen Überwachung wie auch zur höchstauflösenden Aufklärung. Dabei legen sie Wert auf die Entwicklung möglichst robuster und störtester Verfahren. Denn die zunehmende Nutzung des elektromagnetischen Spektrums – etwa durch Mobilfunk und Datenübertragung – stellt die Technik vor immer größere Herausforderungen.

Insbesondere bei den luftgestützten Systemen setzen die Forscher aus Bonn international immer wieder Ausrufezeichen hinter ihren Namen, wenn es um die Qualität der SAR-Bilder (*Synthetic Aperture Radar*) geht. So liefert das Experimentalsystem PAMIR (*Phased Array Multi-functional Imaging Radar*) – entwickelt und gebaut am Fraunhofer FHR – Radarbilder hoher Dynamik und mit einer Auflösung unterhalb von fünf Zentimetern. Das ist – soweit öffentlich bekannt – Weltrekord. Aber auch bei bodengestützten Radaren, beispielsweise zum Feldlagerschutz oder zur Erkennung von vergrabenen Minen, sogenannten IEDs (*Improvised Explosive Device*), verfügen die FHR-Mitarbeiter über fundiertes Wissen, wie man es anderswo kaum finden wird. „Seit unserer Gründung vor fast 60 Jahren beschäftigen wir uns mit allen Aspekten der Hochfrequenzphysik. Denn gemäß unserem Auftrag dem Bundesverteidigungsministerium mit umfassender Beratungs- und Urteilsfähigkeit zur Verfügung zu stehen, benötigen wir Fachkompetenz in Breite und Tiefe“, erklärt Dr. Andreas Brenner vom FHR. Für die Wissenschaftler bedeutet dies, dass sie nicht nur exakte Kenntnis davon haben müssen, welche Technologien und Verfahren es gibt – sondern auch, wie diese bis ins kleinste Detail funktionieren.

Wissenschaftlich exzellent und industriell gefragt

Mit all diesem Wissen und Können sind die Forscher aber auch ideale Partner für die Industrie. Airbus Defence & Space beispielsweise ist daher ein langjähriger Partner des Instituts. Im Rahmen der jüngsten Zusammenarbeit hat Fraunhofer FHR dem Unternehmen Konzepte und Software für ein Multifunktionsradar geliefert. Dr. Andreas Brenner erläutert: „Unsere Industriepartner schätzen darüber hinaus auch unsere Beratungsfähigkeit in Studien und Gutachten wie auch die Möglichkeit gemeinsam neue Systeme zu entwickeln.“ Wie sehr das Bundesverteidigungsministerium die Expertise vom Wachtberg schätzt, spiegelt das Satellitenaufklärungssystem SAR-Lupe wider: Die Wissenschaftler unterstützten das BAABw (Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr) im Vergabeverfahren an ein ausführendes Unternehmen. Außerdem überwachte das Fraunhofer FHR die Erfüllung der Spezifikationen im Bereich Sensorik und Signalverarbeitung durch den Hersteller. Beim Nachfolge-System SARah, das derzeit entwickelt wird, sind die Bonner Radarexperten mit ähnlichem Auftrag wieder als Berater an Bord.

Auch Partner aus dem Ausland wissen das umfassende Know-how des Institutes zu schätzen: Für armasuisse, sozusagen „das eidgenössische“ Pendant zum BAABw, konzipierten und bauten die Fraunhofer-Wissenschaftler ein operationelles luftgetragenes Millimeterwellen-SAR.

Technologie mit Zukunft

Der luftgetragenen Überwachung mittels unbemannter Luftfahrzeuge kommt im zivilen wie militärischen Kontext eine immer größere Bedeutung zu; dabei spielen Dimension und Masse des Sensorsystems eine entscheidende Rolle. Beim

Fraunhofer FHR hat man ein ehrgeiziges Ziel vor Augen, wie Dr. Brenner wissen lässt: „Wir wollen nicht nur einfach Systeme bauen, sondern sie auch kleiner, leichter und intelligenter machen. Das reduziert für den Nutzer die Anschaffungskosten und auch die Folgekosten.“

Kleiner, leichter, flexibler – das gilt künftig nicht mehr nur für luftgestützte Systeme, sondern auch für Radare, die am Boden oder auf dem Wasser eingesetzt werden. Dr. Brenner ist überzeugt: „Es wird einen Paradigmenwechsel geben: Weg von schweren, teuren Systemen, hin zu kleinen, leichten, hochflexiblen und intelligenten Geräten, die multimodal sind.“ Aber dafür reicht es nicht, einfach nur die Komponenten zu schrumpfen, denn solche miniaturisierten Systeme benötigen auch völlig neue Algorithmen zur Signalverarbeitung. Auch hieran forscht das FHR eingehend.

Wenn es nach den Forschern geht, wird ein Radar zukünftig ohnehin viel talentierter sein als bisher. Um seine jeweilige Aufgabe optimal auszuführen, wird es über mehr Bandbreite verfügen und sich autonom an die Situation anpassen, beispielsweise indem es seine Frequenzen moduliert und auf eine Datenbank, ein Gedächtnis sozusagen, zugreifen kann. Dieses Konzept nennen die Forscher Kognitives Radar.

Noch ist das Kognitive Radar bloß Zukunftsmusik, doch Dr. Brenner ist überzeugt: „Wir haben die nötige Kompetenz in allen Bereichen, um auch heutige Technologien richtig auszureizen und zu neuen Anwendungen zu führen. Das Potenzial von Radar, vor allem im Bereich der Millimeterwellen, ist noch lange nicht ausgeschöpft.“



Geschäftsfeldsprecher:

Dr.-Ing.

ANDREAS BRENNER

Tel. +49 228 9435-531

andreas.brenner@fhr.fraunhofer.de



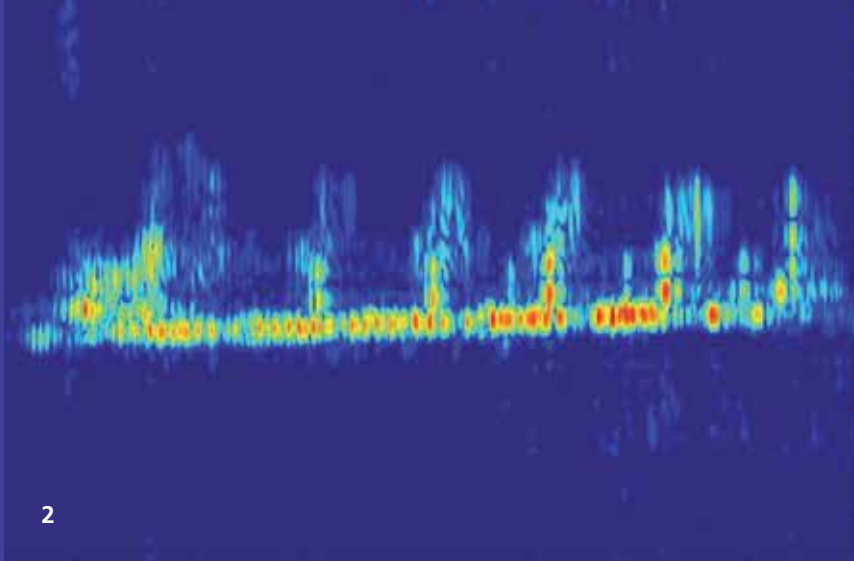
MOBIDAR

Das mobile, für mono- und bistatische Messungen konzipierte Radarsystem MOBIDAR ist 2013 für die Aufnahme von hochauflösenden Signaturen im Frequenzbereich zwischen 2 und 18 GHz ausgebaut und in mehreren Messkampagnen im In- und Ausland erfolgreich getestet worden.

2011 beauftragte das BAaINBw (Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr) das Fraunhofer FHR mit der RCS-Vermessung des A400M, dem neuen Transportflugzeug der Bundeswehr. Dies war Anlass für die Frequenz-Erweiterung des bisher im X-Band arbeitenden Systems. Der Rückstreuquerschnitt dieses Flugzeugs soll in acht unterschiedlich breiten Frequenzbändern zwischen 2 und 18 GHz über ein dichtes Netz von Aspektwinkeln und in zwei Polarisationsebenen aufgezeichnet werden.

Während der Durchführung der grundlegenden Tests der Zielnachführung und der Verifikation des bildgebenden Radars im X-Band wurde 2012 parallel dazu der Aufbau der analogen und digitalen Signalsteuerung für den erweiterten Frequenzbereich vorangetrieben, sodass im Frühjahr 2013 mit dem Test des erweiterten Systems begonnen werden konnte. Dazu wurde im März zunächst die korrekte gemeinsame Ausrichtung der Antennen überprüft. Im Sommer und Herbst erfolgten umfangreiche Tests der einzelnen Frequenzbänder im Rahmen von Flug-Messkampagnen mit einer Phantom-F4 und einer Transall. Dabei wurde auch untersucht, ob die Flugpfade optimal gewählt sind, um eine gute Abdeckung der Aspektwinkel für die spätere Vermessung des A400M sicherzustellen. Alle fünf Messkampagnen zur Funktionsprüfung des erweiterten MOBIDAR fanden auf dem Vorgelände der WTD 81 in Greding statt.

Neben diesen vorbereitenden Messungen für das A400M-Projekt in Greding wurde MOBIDAR im November 2013 bei einer Kampagne im Rahmen der NATO-Arbeitsgruppe SET-180 („Advanced Analysis and Recognition of Radar Signatures for Non-Cooperative Air Target Identification“) neben den Sensoren der anderen Teilnehmernationen eingesetzt. Dabei konnten erstmalig hochauflösende Radarsignaturen von unbemannten Plattformen aufgenommen werden. Die Messung fand im Testzentrum CEDEA in Huelva, Andalusien, statt, das dem spanischen „Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial“ (INTA) angehört. Diese Organisation bietet eine optimale Unterstützung und Infrastruktur für Radar-Messkampagnen; zudem eröffnet der auf einer Anhöhe am Meer gelegene Radar-Standort die Möglichkeit, neben ferngesteuerten Flugzielen auch Schiffe zu vermessen. Mit MOBIDAR konnten Signaturen sowohl



2



3

von Gelegenheitszielen wie Öltankern und Frachtschiffen auf ihrem Weg zum nahegelegenen Hafen von Huelva als auch die eines kleinen Motorbootes, das einem vorgegebenen Kurs folgte, aufgenommen werden.

Bei den Drohnen handelte es sich um die Modelle ALBA, BANSHEE sowie SCRAB-I und -II. Diese durchflogen jeweils mehrfach eine brillenförmige Trajektorie über dem Meer, sodass jedes der beteiligten Radare Daten aller Ziele aufnehmen konnte.

Die Kalibration wurde mit einer metallisierten Kugel durchgeführt, die an einem Ballon aufgehängt war und an diesem langsam auf das Meer hinausschwebte. Dieses Szenario war besonders geeignet, um eine saubere Kalibrationsmessung ohne Mehrwege-Ausbreitung zu erzielen. Für die korrekte Winkel-Ausrichtung des Systems wurde temporär ein Peilsender auf einem Leuchtturm in ungefähr acht Kilometern Entfernung vom Radar installiert.

Die Signaturen der Flugziele und Schiffe werden zurzeit ausgewertet und sollen dazu dienen, Referenzdatenbanken für die nichtkooperative Zielklassifizierung aufzubauen bzw. zu erweitern. Insbesondere werden die neu gewonnenen Messdaten Aufschluss darüber erlauben, wie sich die Signaturen der unbemannten Plattformen von denen konventioneller Flugziele unterscheiden.

Insgesamt hat sich das Experimentalsystem MOBIDAR bei diesen Messkampagnen als sehr stabil und zuverlässig erwiesen, sodass es für die RCS-Vermessung des A400M, die voraussichtlich im Sommer/Herbst 2014 stattfinden wird, und auch anderweitige Messvorhaben gut gerüstet ist.

1 Frachtschiff „Cielo de Tokyo“

2 ISAR-Abbildung des Frachtschiffes von Bild 1.

3 Das MOBIDAR-System auf dem Gelände von CEDEA in Andalusien.

Dr. rer. nat. Tanja Bieker
 Tel. +49 228 9435-634
 Fax +49 228 9435-627
 tanja.bieker@
 fhr.fraunhofer.de

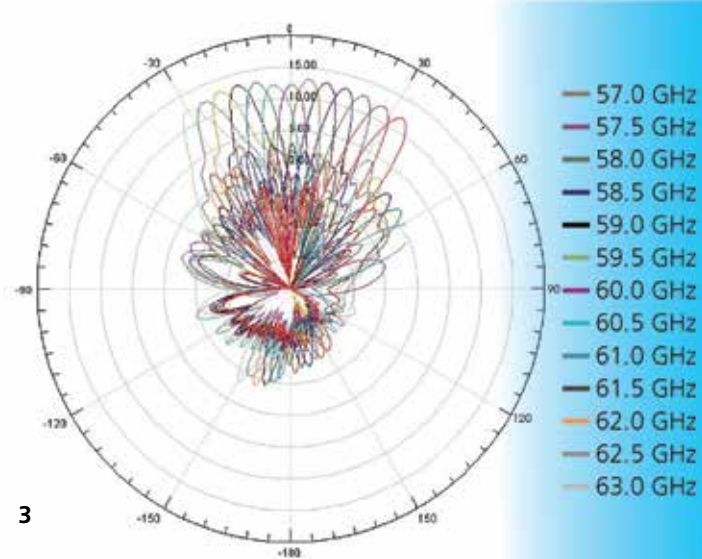
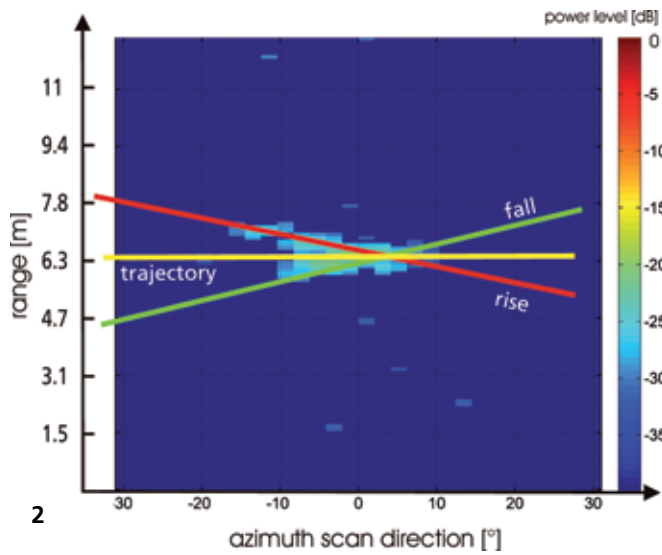


SCHARFSCHÜTZENDETEKTION MIT RAMOS

In den letzten Jahren konnte eine stetige Zunahme asymmetrischer und terroristischer Bedrohungen beobachtet werden. Die daraus resultierenden Forderungen zum Schutz für militärisches und auch ziviles Personal auf friedenserhaltenden oder friedensschaffenden Einsätzen stellen eine große Herausforderung an Industrie und Wissenschaft dar und erfordern ein Höchstmaß an Innovation und Tatendrang.

Im Einsatz kommt es immer wieder zu Feuergefechten. Daher ist die Erkennung und Detektion von Beschussereignissen eine Forderung an Industrie und Wissenschaft. Es gibt viele Beispiele, die den Bedarf an einer geeigneten Warn- und Hinweissensorik bestätigen. Durch die Medien sind Sniper-Attacken wie kürzlich in Kiew auf dem Maidan-Platz an die Öffentlichkeit gedrungen, wobei eines der bekanntesten Szenarios immer noch die demoralisierende Belagerung Sarajevos durch jugoslawische Paramilitäreinheiten war. Ziel war es, die bosnische Zivilbevölkerung zur Übergabe der Stadt zu zwingen. Hier kam es sogar zu Beschuldigungen, dass der Einsatz regulärer Scharfschützen der bosnisch-serbischen Armee gegen Zivilisten geplant und befohlen wurde. Neben diesen direkten Attacken gegen militärisches Personal und Zivilisten ist der Beschuss von Fahrzeugen, Helikoptern und Flugzeugen nicht selten ebenfalls tödlich für die Mannschaften und Besatzungen. Obwohl die Intention bei dieser Art von Anschlägen eher die materialzerstörende Wirkung durch den Scharfschützen ist, kommt es dennoch durch direkte Treffer oder durch ausgelöste technische Defekte aufgrund des Beschusses oftmals zum Tode von Insassen und Bedienpersonal. Diese multiplen Bedrohungen führten dazu, dass sich weltweit Forscher und Entwickler auf die Suche nach Beschuss-Detektionsmöglichkeiten machten und viele physikalische Disziplinen auf deren Tauglichkeit und Einsetzbarkeit im Sinne der Aufgabenstellung untersuchten. Dabei kristallisierte sich die akustische Sensorik sehr schnell als Methode der Wahl, um den Projektilknall (oder Machknall) und den Abschussknall zu detektieren. Die akustische Schützendetektion ermöglicht somit die Bestimmung der Abschussposition und der Beschussrichtung. Dennoch hat es fast 30 Jahre gedauert, bis diese Form der Beschussdetektion eine Marktreife erlangte und mittlerweile zur Standardausrüstung vieler militärischer Einsatzkräfte wurde.

Ergänzend zu diesen Entwicklungen konnte die Tauglichkeit weiterer physikalischer Disziplinen nachgewiesen werden und optronische Sensoriken wie auch das Radar fanden Einzug in die Labore dieser Welt. Die Optronik erkennt den Abschussort (Mündungsfeuerblitz) oder kann die Flugbahn des Projektils aufzeichnen (IR-Signatur, jedoch mit Schwächen bei störenden Re-



flexionen, Regen, Staub). Das Radar kann in einem kleinen Bereich vor dem Sensor bestätigen, dass ein Ereignis auf einer Trajektorie mit Geschwindigkeit x m/s stattgefunden hat (Schwächen durch die vergleichsweise geringe Messentfernung). Die Akustik ermittelt die Trajektorie und den Abschussort mit einer gewissen Präzision, ist aber bei der Detektionswahrscheinlichkeit und der Falschalarmrate am anfälligsten (Schwächen bei Mehrfachreflexionen im Urbanen, Nutzung eines Schalldämpfers oder von Unterschall-Munition, störender Geräuschkulisse). Machbarkeitsstudien vieler Forschergruppen weltweit erhärten die Meinung, dass jede der untersuchten Messmethoden Schwächen wie auch Stärken aufweist und dass nur die Fusion der Daten die eigentliche Lösung des Problems bei minimaler Falschalarmrate darstellt.

Aufbauend auf der Machbarkeitsstudie RaMoS – Radar für die mobile Sensorsuite, konnte das FHR in der 2. Phase der Studie einen Demonstrator auf Basis der Verwendung einer neuartigen frequenzschwenkenden Mäanderantenne auf SIW Basis – Substrate Integrated Waveguide – realisieren. Der große Vorteil bei diesem Radarverfahren ist die minimalistische Verwendung elektronischer Baugruppen zur Reduktion des Gesamtstromverbrauchs, der Gehäusedimensionen und der Gesamtkosten durch den Einsatz kommerzieller „Low Cost“ Komponenten im Hinblick auf den Einsatz als transportable Sensorlösung. Anders als bei z. B. elektronischer Beam-Steuerung kommt dieser Demonstrator mit nur einem T/R – Modul (Transmit and Receive) aus und kann dennoch einen gewissen Überwachungsbereich durch das Scannen eines fokussierten Radarstrahles erfassen. Das Scannen der Szenerie ist notwendig, da eine räumliche Überwachung bei einem Mindestmaß an zu erwartender, vom Projektil reflektierter Energie nur durch eine Fokussierung und gleichzeitige Bewegung des Radarstrahls über den Überwachungsbereich möglich ist. Andere Antennenkonzepte, wie z. B. Monopuls müssen bei gleichem Erfassungsbereich eine viel höhere Leistungsdichte im Beam erzeugen, um (basierend auf dem geringen Rückstreuquerschnitt der „sehr kleinen Projektile“) eine hohe Detektionswahrscheinlichkeit zu garantieren. Die limitierenden Grenzen für die Ausgangsleistungen bzw. der zu erwartenden Energiedichte im Überwachungsbereich der eingesetzten Systeme werden hier durch BGV B11 (Unfallverhütungsvorschrift – Arbeitsplatz), 26.BImSchV (Bundesimmissionsschutzgesetz - Öffentlichkeit) und der Norm E DIN VDE 0848 für den Einsatz im militärischen wie auch im zivilen Umfeld vorgegeben. RaMoS erfüllt sämtliche Kriterien und ist als Radarsensor im Nahbereich (bis zu 15 m) als Instrument für die Beschusserkennung eine ernst zu nehmende und sinnvolle Ergänzung innerhalb einer Sensorsuite.

1 Der Radardemonstrator „RaMoS“.

2 Rohdaten der Signatur eines Projektils 7,62 x 54R, Dragunow. Aus der Differenz und der Winkelablage der Signaturkomponenten "rise" und "fall" kann die Realgeschwindigkeit des Projektils abgeleitet werden.

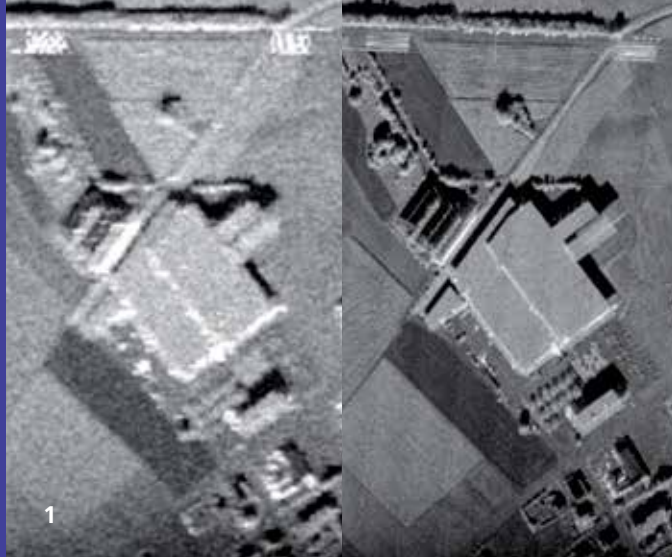
3 Simuliertes Antennendiagramm der Richtcharakteristik der im Demonstrator verwendeten frequenzscannenden Mäanderantenne im Bereich von 57 GHz bis 63 GHz.

M. Eng.

Alex Shoykhetbrod
Tel. +49 228 9435-145
Fax +49 228 9435-608
alex.shoykhetbrod@fhr.fraunhofer.de

Dr. rer. nat.

Alexander Hommes
Tel. +49 228 9435-877
Fax +49 228 9435-608
alexander.hommes@fhr.fraunhofer.de



WEITREICHENDE AUFKLÄRUNG MIT SAR-VIDEO-ECHTZEITPROZESSIERUNG

Luftgetragene Echtzeit-SAR-Verarbeitung und bodengestützte Echtzeit-Überwachung von großen Gebieten durch einen wetterunabhängigen und ferngesteuerten Radarsensor bietet eine Vielzahl von neuen und interessanten Anwendungen. Das operationelle System ermöglicht einem Operator am Boden die Echtzeitbeobachtung des gerade überflogenen Gebietes über eine Distanz von mehr als 100 km.

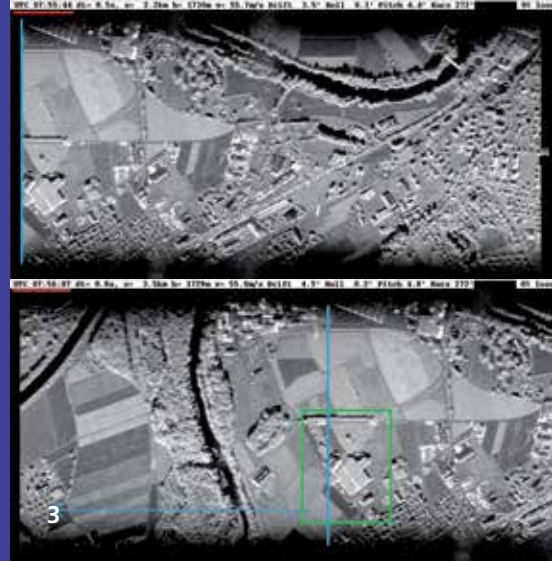
Monitoring weitreichender Gebiete durch Miniaturformat

Konventionell gepulste Radarsensoren erfordern wegen ihres Ausmaßes, der Stromversorgung und ihres Gewichtes in der Regel den Einsatz größerer Trägerplattformen. Die Verarbeitung der Radarsensordaten erfolgt normalerweise erst nach der Landung. Je nach Fluggeometrie ist das Ergebnis meist ein hochaufgelöstes, statisches SAR-Bild des Zielgebiets. Der Einsatz moderner Millimeterwellentechnologie und das Prinzip der FMCW-Technik (Dauerstrichradare mit modulierter Frequenz) erlauben dagegen die Realisierung kompakter und leichter Radarsensoren, welche für den Einsatz auf kleinen Trägerplattformen, beispielsweise Modellflugzeuge, geeignet sind. Diese miniaturisierten Systeme ermöglichen einen deutlich flexibleren und kostengünstigeren Einsatz.

Um einem Operator am Boden die Echtzeit-Beobachtung der gerade überflogenen Szene zu ermöglichen, erfolgt die Prozessierung der Radarrohdaten an Board der Trägerplattform. Die Übertragung der Rohdaten zum Boden würde eine zu hohe Datenrate erfordern. Der SAR-Prozessor an Bord der Plattform ist insbesondere für eine zeitlich hoch effiziente Verarbeitung der Rohdaten optimiert mit einem aktuell begrenzten Auflösungsvermögen von 1 bis 2 m je nach Fluggeometrie.

Effizient, aber anspruchslos

Die Darstellung des Echtzeit SAR-Videos erfolgt aktuell in einem 1024 x 512 Pixel großen Display wie in Abbildung 3 zu sehen. Die Visualisierung erfordert dabei keine besonderen Ansprüche an die Hardware, es reicht ein netzwerkfähiger, handelsüblicher Laptop. Die am oberen Rand eingeblendeten Navigationsdaten geben dem Operator jederzeit einen Überblick über die aktuellen Geschwindigkeiten und Lagewinkel der Trägerplattform.



Im Rahmen erster Messkampagnen im letzten Jahr konnte die operationelle Einsatzfähigkeit des Systems getestet und Erfahrungen mit dem digitalen Datenlink gesammelt werden. Durch den komplett über Netzwerk ferngesteuerten Radarsensor konnte dabei neben der Prozessierung der Daten auch die Einstellung der Sensorparameter in verschiedenen Fluggeometrien sowie die Datenspeicherung der Rohdaten über der Zielszene realisiert werden. Ein Operator an Bord der Plattform bzw. ein Eingreifen des Piloten in die Systemkonfiguration ist dabei nicht notwendig.

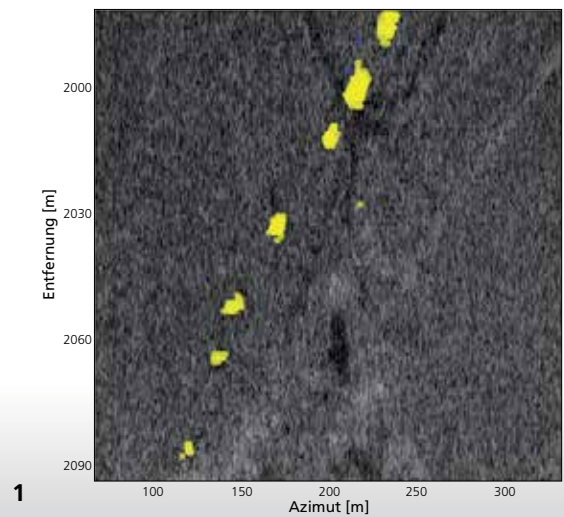
Abb. 3 zeigt Screenshots des Echtzeit SAR-Videos. Der zeitliche Versatz der beiden Bilder beträgt ca. 20 Sekunden, das Flugzeug bewegte sich von rechts nach links. Die innerhalb dieser Zeit zurückgelegte Strecke von etwa 1 km ist durch den blauen Pfeil kenntlich gemacht. Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt der grün markierten Szene sowohl im Echtzeit SAR, wie auch im hochaufgelösten Post-Processing der Daten. Der Kontrast, die Auflösung und die Bildschärfe sind im *Post-Processing* deutlich besser, allerdings sind alle wesentlichen Objekte auch im Video bereits zu erkennen.

Fazit

Das vorgestellte, voll operationelle System eröffnet durch die dargestellte Konfiguration neue Methoden der SAR-Video Beobachtung. Trotz der aktuell begrenzten Auflösung und der auf zeitliche Effizienz optimierten Signalverarbeitung können wesentliche Objekte in der Bildszene erkannt werden. Da sowohl die Prozessierung der Daten, die Datenaufzeichnung als auch die Sensorparameteränderung bei wechselnden Fluglagen über Netzwerk realisiert wurden, ist ein Operator an Bord der Plattform nicht erforderlich. Des Weiteren kann bei Bedarf sofort in die aktuelle Flugführung vom Boden aus eingegriffen werden, falls in den Echtzeitdaten Probleme auftreten oder beispielsweise interessante Zielobjekte kurzfristig entdeckt wurden und unter verschiedenen Aspektwinkeln betrachtet werden sollen. Selbst bei einem möglichen Verlust der Plattform über kritischen Gebieten wären die Sensordaten durch die Übertragung in Sicherheit. Als nächster Entwicklungsschritt wird insbesondere eine Lupenfunktion realisiert, welche es dem Operator am Boden ermöglichen wird, einen ausgewählten Zielbereich innerhalb des Videos zu markieren, welcher dann als hochaufgelöstes Bild – ähnlich dem *Post-Processing* – nach wenigen Sekunden zur Verfügung steht und damit eine genauere Zielbetrachtung ermöglicht.

- 1 Zoom einer Szene in Echtzeit SAR (links, 2 m Auflösung) und hochaufgelöst im Post Processing (rechts, 25 cm Auflösung).
- 2 Ultraleichtflugzeug DELPHIN mit eingebautem Sensor MIRANDA 35 an der Tragfläche.
- 3 Zwei aufeinander folgende Screenshots des Echtzeit SAR-Videos. Die aktuellen Navigationsdaten sind an der oberen Leiste eingeblendet, der zeitliche Versatz der beiden Bilder beträgt ca. 20 s (rot markiert). Der jeweilige Versatz der Szene ist in blau markiert. Die grün markierte Szene ist in Abb. 1 vergrößert dargestellt.

Dipl.-Ing. Stephan Palm
 Tel. +49 228 9435-357
 Fax +49 228 9435-608
 stephan.palm@
 fhr.fraunhofer.de



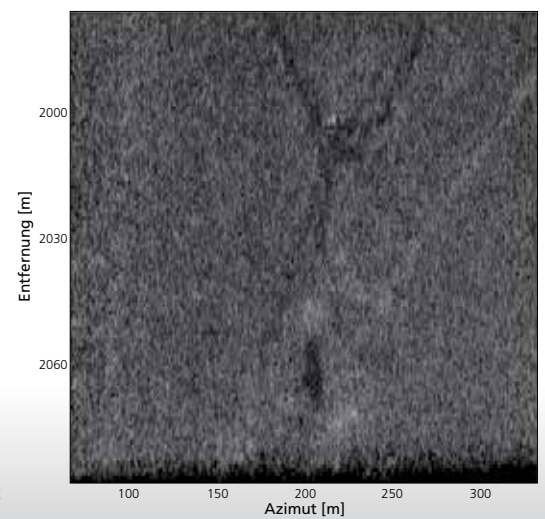
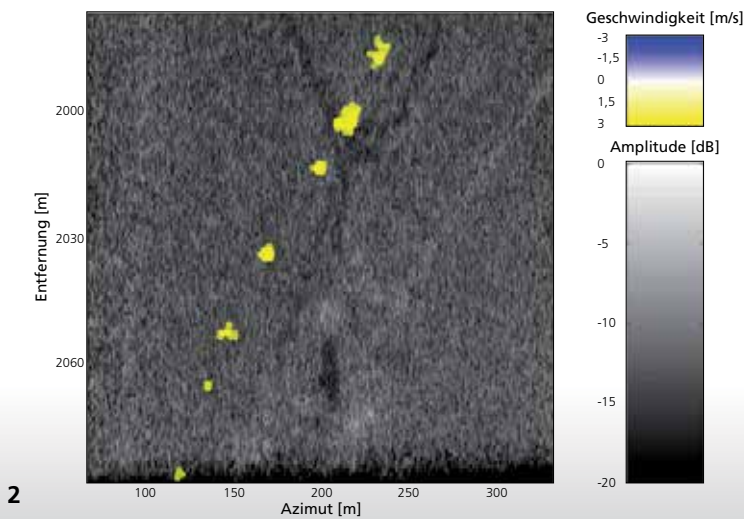
COMPRESSED SENSING FÜR GMTI

Der Transfer neu entwickelter Ansätze aus der mathematischen Theorie in die Praxis von Radar-Anwendungen ermöglicht neue Fähigkeiten und einen neuen Blickwinkel auf die Messdaten. Ein Beispiel hierfür ist die Entdeckung bewegter Ziele mit *Compressed Sensing*.

Bewegungen am Boden sind oft ein verräterisches Indiz für illegale oder auch militärische Aktivitäten. Daher ist die Entdeckung solcher Bewegungen mit luftgestützten Radarsystemen (*ground moving target indication*, GMTI) ein seit langem am Fraunhofer FHR etabliertes Anwendungsfeld, das die radarspezifische Unabhängigkeit von Tageszeit und Wetter ausnutzt und für das verschiedenste Ansätze existieren. Heutzutage werden meistens mehrere Empfangskanäle, deren Messdaten sich abhängig von Geschwindigkeit und Position der streuenden Objekte voneinander unterscheiden, kohärent verarbeitet. Dies ermöglicht es, die Echos bewegter Objekte aus den Daten zu extrahieren und deren Parameter zu berechnen.

Üblicherweise treten stärkere, menschengemachte Bewegungen nur an wenigen Punkten des Erdbodens auf, während auf dem Rest maximal geringe – z. B. durch den Wind ausgelöste – Bewegungen stattfinden. Es sind also nur wenige, aber im Voraus unbestimmte, Punkte einer Szene interessant.

Solch eine Verteilung der „interessanten“ Punkte ist sehr ähnlich zu den Voraussetzungen von *Compressed Sensing* (CS), einer mathematischen Theorie, deren Entwicklung vor ca. 10 Jahren begann und bisher noch nicht abgeschlossen ist. Am Fraunhofer FHR wurde das Potenzial von CS für die Verarbeitung von Radarsignalen bereits frühzeitig erkannt und die weitere Entwicklung verfolgt. Zentraler Punkt von CS ist die Beobachtung, dass sich Messdaten im Allgemeinen aus den Beiträgen weniger in der Szene verteilter Streuzentren zusammensetzen. Diese Eigenschaft wird als „*Sparsity*“ und die entsprechende Szene als „*sparse*“ bezeichnet. CS lässt nun vorhandenes Wissen über die *Sparsity* direkt in die Verarbeitung der Messdaten einfließen. So sind in der Regel weniger Messungen erforderlich als bei der klassischen Verarbeitung der gleichen Szene ohne Ausnutzen der *Sparsity*. Dies wäre insbesondere bei GMTI von Vorteil, da auf der einen Seite Empfangskanäle teuer sind und auf der anderen Seite weniger Pulse nötig sein könnten. Die eingesparte Messzeit könnte dann für andere Aufgaben des Radars genutzt werden.



Natürlich sind die Voraussetzungen und Ergebnisse einer neuen, allgemeinen mathematischen Theorie mit idealisierten Annahmen nie direkt eins zu eins auf die Anwendung übertragbar, sondern es müssen einige Anpassungen an das spezifische Signalmodell und die realen Daten erfolgen. Insbesondere kann die Qualität eines neuen Ansatzes nur an letzteren endgültig überprüft werden.

In diesem Fall waren insbesondere die Stützstellen der Berechnung und die Struktur der Messdaten von solchen Anpassungen betroffen. Während aus technischen und algorithmischen Gründen Messdaten bisher in möglichst regelmäßigen Abständen aufgenommen wurden, sind für CS – laut Theorie – möglichst unregelmäßige Messungen von Vorteil. Hauptunterschied war aber, dass die Daten auf den ersten Blick nicht im ursprünglichen Sinn *sparse* darstellbar sind, da sie außer den Echos der wenigen bewegten Ziele auch noch überall die Echos des unbewegten Bodens enthalten. Zur Lösung dieses Problems wurden und werden am Fraunhofer FHR verschiedene Ansätze entwickelt bzw. angepasst und miteinander verglichen. Dabei sind noch Verbesserungen sowohl in der Anwendung als auch aus neuen theoretischen Entwicklungen zu erwarten.

Zwei Ansätze haben sich bisher als besonders vielversprechend herausgestellt: Zum einen ist dies eine pixelweise Verarbeitung im Voraus berechneter SAR-Bilder aus den einzelnen Kanälen, insbesondere in Verbindung mit bereits bekannten Methoden zur Filterung des Bodenechos. Innerhalb eines Pixels treten nur wenige verschiedene Geschwindigkeiten auf, sodass die einzelnen Daten *sparse* sind. Die klassische Vorverarbeitung erlaubt allerdings nur eine geringe Reduktion der Messdaten. In Abb. 1 wird ein entsprechendes Ergebnis dargestellt. Klar erkennbar ist der entdeckte Konvoi von sieben Fahrzeugen, der sich langsam entlang einer Straße bewegt.

Zum anderen liefert auch eine direkte Verarbeitung der gesamten Messdaten mit „*distributed CS*“ – einer Weiterentwicklung, die es durch den Vergleich der verschiedenen Empfangskanäle zulässt, den bewegten vom unbewegten Anteil der Daten während der Verarbeitung zu trennen – gute Ergebnisse. Ein Beispiel ist die Szene in Abb. 2, in der erfolgreich der gleiche Konvoi wie in Abb. 1 entdeckt wird. Interessant ist auch, dass nach Ausblenden der bewegten Ziele ein entsprechend gereinigtes SAR-Bild (siehe Abb. 3) vorliegt, das für eine weitere Auswertung genutzt werden kann.

- 1 Ergebnis einer pixelweisen CS-Prozessierung.
- 2 Ergebnis einer Prozessierung mit *distributed CS*.
- 3 Unbewegter Boden aus Abbildung 2.

Dr. rer. nat. Ludger Prünte
 Tel. +49 228 9435-826
 Fax +49 228 9435-618
 ludger.prunte@
 fhr.fraunhofer.de

WELTRAUM

Sputnik war der erste – ihm folgten viele weitere Satelliten und Raumfahrtrückstände. Um die Weltraumlage scheint es also nicht gut zu stehen.





BLICK NACH OBEN

Im Zeitalter der Informations- und Kommunikationstechnik sind wir immer mehr auf Satelliten angewiesen, die für uns wichtige Dienste erbringen. Um diese zu sichern, konzipiert und entwickelt das FHR in seinem Geschäftsfeld Weltraum für seine Kunden und Partner maßgeschneiderte Systeme und Verfahren zur Entdeckung, Verfolgung und Analyse von Objekten im Weltraum.

Faszination Weltraum – Science ohne Fiction

Seit Jahrzehnten schon beobachten und analysieren die Forscher vom Wachtberg Objekte und deren Bahnen auf erdnahen Orbits. Diese reichen vom LEO (Low Earth Orbit, Bahnhöhe 200-2.000 km) bis zum HEO (Highly Elliptical Orbit, Bahnhöhe bis zu 400.000 km). Im Fokus ihrer wissenschaftlichen Untersuchungen stehen Objekte nahezu aller Art und Größe. Zumeist sind es solche, die menschengemacht sind. „In der Vergangenheit waren es aber auch schon einmal Leoniden, das sind Meteore, scheinbar aus dem Sternbild des Löwen kommend“, weiß Dr. Guido Bartsch, Sprecher des Geschäftsfelds Weltraum am Fraunhofer FHR, zu berichten.

Bei den Aufgaben hilft den Forschern TIRA, ein Radar-System mit dem sie sich bestens auskennen und auf das sie sich rund um die Uhr verlassen können, denn es arbeitet völlig unabhängig von Licht- und Wetterverhältnissen. „Für Satellitenbetreiber ist dies eine wertvolle Fähigkeit, um bei Bedarf auch sehr kurzfristig an wichtige Information über den Zustand von Systemen im Weltraum zu kommen“, ergänzt Dr. Bartsch. Bei rund 700.000 Objekten mit einer Masse und Geschwindigkeit, die ausreicht einen Satelliten erheblich zu beschädigen oder gar ganz zu zerstören, ist das mit einem Zusammenstoß von Objekten im Weltraum einhergehende Risiko immens. Die mögliche Folge einer solchen Kollision ist, dass ein satellitengestützter Dienst ausfällt und der Betreiber die seinen Kunden geschuldete Leistung nicht mehr erbringen kann. Im Fall eines Erdbeobachtungssatelliten, der z. B. als Früherkennungssystem die Aufgabe der raschen Entdeckung von Waldbränden übernimmt, kann der Ausfall auch eine unmittelbare Gefahr für Leib und Gut bedeuten.

„Mit unserem hochleistungsfähigen Radarsystem TIRA können wir die Bahn eines Objekts, welches mit einem Satelliten zu

kollidieren droht, hochgenau vermessen. Dies führt zu qualitativ wesentlich besseren Kollisionsprognosen, die wiederum zur Konsequenz haben, dass Ausweichmanöver deutlich seltener oder mit geringerem Umfang durchgeführt werden müssen“. Die Gründe hierfür nennt Dr. Bartsch: „Jedes Manöver bedeutet eine Störung der eigentlichen Mission. Während dieser Zeit können Dienste häufig nicht mehr oder nur noch eingeschränkt erbracht werden. Außerdem muss zur Planung und Durchführung des Manövers zusätzliches Personal für Zwecke außerhalb der eigentlichen Mission gebunden werden. Darüber hinaus kostet jedes Manöver Treibstoff“.

Kontaktabbruch: Mit dem FHR keine Odyssee im Weltraum

In der Regel haben Satellitenbetreiber über Bodenstationen regelmäßig Kontakt zu ihren Satelliten. Dieser dient dazu, Statusabfragen durchzuführen, Daten zu übertragen oder Befehle an den Satelliten zu übermitteln. Wenn ein Satellit sich nicht wie geplant meldet, hat der Betreiber in aller Regel keine Möglichkeit selber herauszufinden, wo das Problem liegt. „Er kann ja nicht einfach einen Techniker vorbei schicken“, bemerkt Dr. Guido Bartsch mit einem Augenzwinkern. Gleichwohl ist die schnelle Aufklärung der Schadensursache für den Betreiber eines Raumfahrtsystems von großer Bedeutung, um – auch unter ökonomischen Gesichtspunkten – für die mit dem Satelliten ausgefallenen Dienste Ersatz finden zu können. Auch in einem solchen Fall kann das FHR helfen: „Mit TIRA können wir den Satelliten zeitnah beobachten. Direkt im Anschluss an die Beobachtung analysieren dann unsere Experten, ob eine weitere Beobachtung notwendig ist oder ob bereits auf Basis der ersten Beobachtung eine Analyse des Ausfallgrundes durchgeführt werden kann“. Kein Wunder, dass die Kunden des FHR gerade auch diese enge Verzahnung zwischen Beobachtung und Analyse schätzen.

Blick nach oben mit modernster Hard- und Software

Die Erzeugung, der Empfang, insbesondere aber die Auswertung von Radarsignalen und die Analyse von Radarabbildungen sind ein sehr komplexes Unterfangen. Aufwändige Algorithmen verarbeiten die Signale zu Abbildungen von Satelliten, die zumeist als Einzelanfertigung *State of the Art* sind. „Wir betreiben daher eine kontinuierliche, intensive Weiterentwicklung unserer Algorithmen und Verfahren, um jederzeit beste Ergebnisse liefern zu können“, so Dr. Guido Bartsch. Neben dieser Weiterentwicklung befassen sich die Wissenschaftler am FHR auch mit der Konzeption und Entwicklung von Systemen auf Basis sogenannter Phased Arrays. Aufgrund ihrer elektronisch schwenkbaren Beams eignen sich diese besonders für die Weltraumüberwachung. Komplementär zur Weltraumaufklärung liegt der Fokus hier aber nicht auf der Analyse eines bestimmten Weltraumobjekts mit dem Ziel, ein Objektmerkmal, z. B. einen Schaden oder eine Fähigkeit, aufzuklären. Aufgabe der Weltraumüberwachung ist vielmehr, die Gesamtheit der Objekte so zu erfassen, dass deren Aufenthaltsort jederzeit bestimmt werden kann. Für den Aufbau solch hochmoderner Systeme wird stets aktuelles und fundiertes Wissen sowie Erfahrung aus unterschiedlichen Disziplinen benötigt, von der Physik über Elektrotechnik bis hin zur Mathematik und Informatik. All dies vereint das FHR unter einem Dach. „Das macht seine Stärke aus“, lässt Dr. Bartsch wissen.

Ein anderes interessantes Forschungsprojekt, dem sich das FHR in Zukunft gerne stellen möchte, ist die Beobachtung und Analyse noch junger Fragmentationsereignisse im Weltraum. Dr. Bartsch: „Was unmittelbar nach einem solchen Ereignis passiert ist bislang noch kaum erforscht und dürfte für die Konzeption künftiger Raumfahrtssysteme sehr wertvoll sein“.



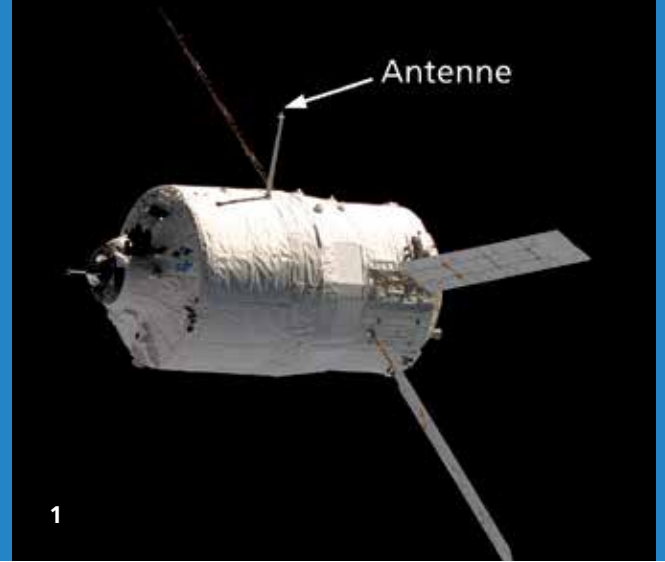
Geschäftsfeldsprecher:

Dr.-Ing. Dipl.-Inform.

GUIDO BARTSCH

Tel. +49 228 9435-268

guido.bartsch@fhr.fraunhofer.de



ANALYSE DES ATV-4 MIT HILFE VON RADARABBILDUNGEN

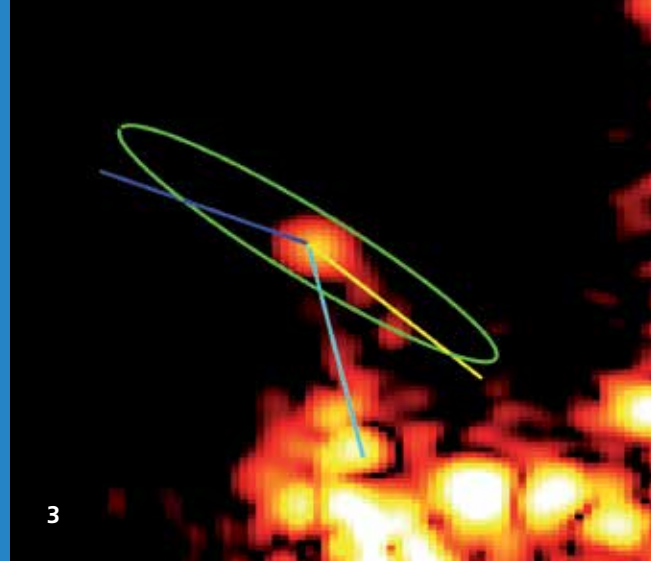
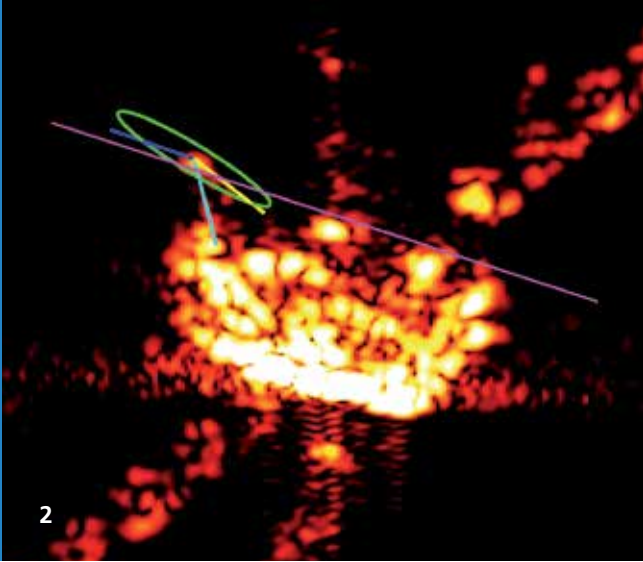
Beim ATV-3 (*Automated Transfer Vehicle*) der ESA wurde mit Radarbildern geprüft, ob der Antennenausleger zur Ankopplung an die ISS ausgefahren war. Für den Nachfolger ATV-4 sollte nun auch der Ausklappwinkel aus Radarbildern ermittelt werden.

Hintergrund

Im Jahr 2012 wurde beim ESA-Weltraumfrachter ATV-3 bereits Missionsunterstützung geleistet. Dabei wurde anhand der Analysen von Radarbildern qualitativ bestätigt, dass ein Antennenausleger (*Antenna Deployable Boom, ADB*), der für die Ankopplung des ATV an die ISS erforderlich ist, ausgeklappt war. Im Regelfall wird dem Kontrollzentrum der ESA das Einrasten des Auslegers in der Endposition durch ein Signal bestätigt. Dieses Signal fehlte jedoch im Fall von ATV-3 für mehr als zwei Tage. Versuche der Astronauten, den Status des Auslegers mit Hilfe von Ferngläsern von der ISS aus zu prüfen, blieben erfolglos. Für den Start von ATV-4 im Juni 2013 sollte daher nun ein Weg gefunden werden, den Ausklappwinkel auch quantitativ aus Radarbildern zu ermitteln.

Winkelschätzung auf Basis von Radarabbildungen

Aus den Informationen der ESA zum Stabilisierungszustand konnte die räumliche Stellung des ATV-4 bestimmt werden. Dies ermöglichte die Bestimmung der Bildebene im Raum und der Lage des ATV-4 relativ zur Bildebene. Darüber hinaus war auch eine genaue Skalierung der Radarbilder in Querrichtung möglich, die aus der bekannten Translations- und Rotationsbewegung des ATV-4 abgeleitet wird. Insbesondere ist damit auch die Projektion der Ausklappebene, in der sich der ADB bewegen kann, auf die Bildebene bekannt. Beim Ausklappen bewegt sich die Spitze des ADB auf einem Kreis mit bekanntem Radius, der im Radarbild als Ellipse erscheint. Jedem Ausklappwinkel des ADB entspricht dabei eine Richtung im Bild. Kann diese Richtung aus dem Bild genau genug bestimmt werden, erhält man durch Umkehrung den Ausklappwinkel des ADB. Zur Bestimmung der erreichbaren Genauigkeit wurde eine Abschätzung durchgeführt.



Vorgehen bei Singularität

Schneidet die Ausklappebene die Bildebene senkrecht, fällt im Radarbild die Ellipse zu einer geraden Linie zusammen. In diesem Fall ist die Bestimmung des Ausklappwinkels aus der Richtung der Abbildung ADB unmöglich. Auch bei ähnlichen Winkeln zwischen beiden Ebenen wird die Umkehrung sehr ungenau. In diesem Fall kann der Ausklappwinkel jedoch immer noch aus der Länge des ADB im Radarbild bestimmt werden. Ein Verfahren für beliebige Schnittwinkel zwischen Ausklapp- und Bildebene projiziert zunächst die Abbildung des ADB-Scharniers auf die Ellipse (grün in Abb. 2 und 3), deren Mittelpunkt im Bild der ADB-Spitze gewählt wird und deren große Halbachse die Länge des ADB hat. Aus dieser Projektion wird dann der Ausklappwinkel bestimmt. Für dieses Verfahren muss die ganze Länge des ADB im Radarbild sichtbar sein.

Anwendung bei ATV-4

Für ATV-4 war vorgegeben, dass der ausgeklappte ADB in den Zenit zeigt, sodass sein Scharnier nicht vom Radar beleuchtet war. Daher konnte nur überprüft werden, ob die Richtung des ADB im Radarbild plausibel ist. In Abb. 2 und 3 sind zusätzlich zur Ellipse die Richtungen zum Scharnier für Ausklappwinkel von 0°, 45° und 90° mit der vollen ADB-Länge eingetragen. Man erkennt, dass die gelbe Linie, die dem voll ausgeklappten ADB entspricht, gut mit der Richtung des sichtbaren Teils des ADB übereinstimmt. Das Scharnier wird dann im Schnittpunkt der gelben Linie und der Ellipse vermutet. Im Bild liegt dieser Punkt etwas innerhalb des Umrisses des ATV-Hauptkörpers. Da das Scharnier auf einem Zylindermantel liegt, ist dies für seine Projektion ins Bild notwendig. Bei einem Ausklappwinkel wesentlich kleiner als 90° wäre dies nicht der Fall. Der hintere Umriss des ATV-Hauptkörpers (magenta) erschließt sich aus der vom Radar beleuchteten kreisscheibenförmigen Fläche rechts, in die die Steuerdüsen eingebaut sind und durch die das Ende der Hinterkante markiert wird, und der beleuchteten zur Hinterkante parallelen Vorderkante.

Ausblick

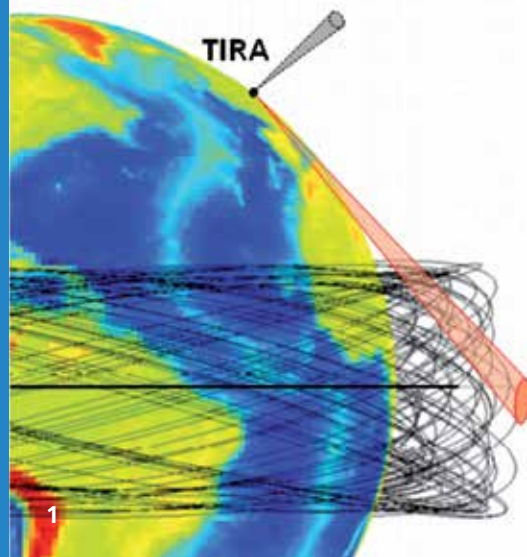
Es wurde ein Verfahren zur Bestimmung der ADB-Winkelstellung aus geeigneten Radarbildern entworfen. Beim ATV-4 war das Signal für die Endposition des ADB vorhanden, sodass es nicht nötig war, das ATV in eine Lage zu bringen, die die Abbildung des ADB in ganzer Länge oder eine günstigere Abbildungsebene ermöglicht hätte. Daher wurde das Verfahren nur für eine Plausibilitätsprüfung verwendet. Falls der Umbau von TIRA bei Start des ATV-5 schon abgeschlossen ist, wird möglicherweise auch für diesen Missionsunterstützung geleistet. Dann könnte sich eine Gelegenheit zum Einsatz des Verfahrens ergeben.

1 ATV-4 mit ausgeklapptem Mast.

2 Mögliche Orte des Scharniers (grün) und Richtungen für Ausklappwinkel 0° (blau), 45° (cyan) und 90° (gelb).

3 Ausschnitt aus Abb. 2.

Dr.-Ing. Jens Rosebrock
 Tel. +49 228 9435-254
 Fax +49 228 9435-656
 jens.rosebrock@
 fhr.fraunhofer.de



WEITERENTWICKLUNG DER BEOBACHTUNG VON WELTRAUMSCHROTT MIT RADAR

Zur Stabilisierung der zunehmenden Trümmerdichte im Weltraum werden neue Verfahren entwickelt, die eine Erweiterung der bisherigen radarbasierten Erfassung der Trümmerpopulation erfordern. Hierzu müssen spezielle Messkampagnen entwickelt und realisiert werden.

Hintergrund

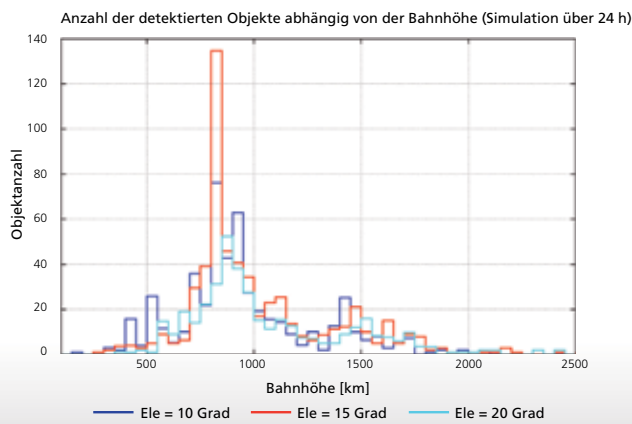
Langzeitprognosen von NASA und ESA zeigen auch für die ferne Zukunft eine stetige Zunahme der Raumfahrttrümmer („Weltraumschrott“), speziell im intensiv genutzten Bahnhöhenbereich von 800 bis 1000 km. Dies führt zu einem steigenden Kollisionsrisiko und damit langfristig zu einer massiven Beeinträchtigung der Raumfahrt.

Vor diesem Hintergrund müssen zeitnah zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, um diese Entwicklung zu stoppen. Eine wesentliche Voraussetzung für die Auswahl geeigneter Maßnahmen ist dabei eine möglichst umfassende Kenntnis der aktuellen Objektpopulation im gesamten LEO (*Lower Earth Orbit*, Bahnhöhe 200 bis 2000 km) hinsichtlich Art, Umfang und Verteilung. Diese erweiterten Anforderungen können allerdings durch die bisherigen Beampark-Experimente (BPE) zur radargestützten Erfassung von Weltraumtrümmern nicht mehr vollständig abgedeckt werden.

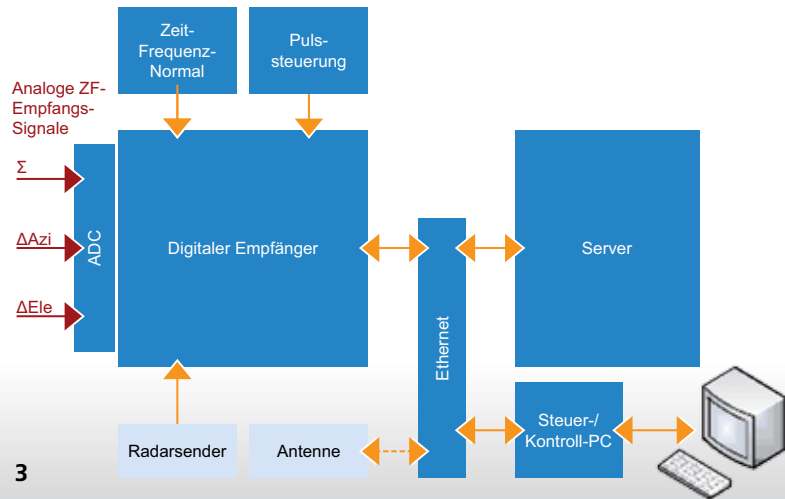
Konzeption spezieller Beampark-Experimente

Bei den regelmäßigen Beampark-Messkampagnen wird stets eine einheitliche Antennenausrichtung nach Osten mit einer Elevation von ca. 76° verwendet (Abb. 1, graue Antennenkeule), die für die Entdeckung kleiner Objekte optimiert ist und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den einzelnen BPE ermöglicht.

In Ergänzung dazu werden nun spezielle BPE konzipiert, mit denen (neue) Teilpopulationen auf Umlaufbahnen mit niedriger Inklination i erfasst werden, wobei i den Winkel zwischen der Bahnebene und der Äquatorebene bezeichnet ($i = 15^\circ$ für die Umlaufbahnen in Abb.1). Die Antenne muss hierzu bei möglichst niedriger Elevation nach Süden ausgerichtet sein (Abb.1, rote Antennenkeule), da aufgrund der geografischen Position von TIRA bei der Blickrichtung



2



3

des Standard-BPE praktisch keine LEO-Umlaufbahnen mit einer Inklination von weniger als 51° beobachtbar sind.

Die Reduzierung der Elevation von 76° auf 10° hat allerdings eine deutlich größere Entfernung der Objekte zum Radar zur Folge, was zu einer signifikanten Einbuße bei der minimal detektierbaren Objektgröße führt: In 1000 km Bahnhöhe erhöht sich der kleinste detektierbare Objektdurchmesser von 2 cm auf 4 cm.

Erste Untersuchungen hierzu wurden mit dem Simulationstool MASTER/PROOF der ESA durchgeführt, das auf Basis einer Modellpopulation für verschiedene BPE-Konfigurationen die detektierbaren Objekte ermittelt. Bild 2 zeigt beispielhaft deren Verteilung über der Bahnhöhe mit vergleichsweise hohen Anzahlen für eine Elevation von 15° (rot) und 10° (blau).

Umrüstung der Beampark-Datenerfassung

Die elevationsbedingt längeren Laufzeiten der Radarpulse erfordern auch eine deutliche Verbreiterung des Empfangsfensters, das nach jedem Sendepuls aufgezeichnet wird. Da die vorhandene Datenerfassungseinheit (DCU, *Data Collection Unit*) dafür nicht ausgelegt ist, wurde eine neue DCU konzipiert, die als zentrale Komponenten einen FPGA-basierten digitalen Empfänger für die analogen Empfangskanäle sowie einen leistungsfähigen Server zur Datenspeicherung enthält (siehe Abb. 3). Die jetzt verfügbare Rechnerleistung ermöglicht eine kontinuierliche, d.h. von der Empfangsfensterlänge unabhängige Datenerfassung der drei Kanäle über 24 Stunden mit einer nominalen Transferrate von bis zu 1 Gbit/s. Zusätzlich werden für die Datenprozessierung benötigte Informationen vom Radarsender wie Pulsleistung und -beginn erfasst, mit den Radardaten synchronisiert und auf dem Server gespeichert, bei Bedarf ergänzt durch Antennenpositionsdaten.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Umrüstung der Beampark-DCU wurden insbesondere verbesserte Hardware-Vorraussetzungen und die notwendige Flexibilität für die Durchführung künftiger, spezieller BPE geschaffen. Im Fokus weiterer geplanter Aktivitäten wird die Steigerung der Datenqualität stehen, z. B. die Verbesserung der Orbitschätzung durch Mehrfachbeobachtung eines Objekts, aber auch die Analyse von Lage und Eigenbewegung großer „Schrott“-Objekte, die im Rahmen künftiger ADR-Missionen (*Active Debris Removal*) durch Einfangen aus dem LEO entfernt werden sollen.

- 1 Ausrichtung der TIRA-Antenne beim Standard-BPE (grau) und zur Erfassung von Objekten mit niedriger Inklination (rot).
- 2 Simulierte Verteilung der mit TIRA detektierbaren Objekte für verschiedene Antennenelevationen.
- 3 Übersicht der umgerüsteten Beampark-DCU.

Dr.-Ing. Klemens Letsch
 Tel. +49 228 9435-343
 Fax +49 228 9435-656
 klemens.letsch@
 fhr.fraunhofer.de

VERKEHR



Auch Schiffe haben „tote Winkel“ – ein modernes Radar vom Fraunhofer FHR hilft Hochseeschiffen, auch kleine Objekte frühzeitig zu entdecken.



BRÖTCHEN-TASTE FÜRS AUTO

Egal ob in der Luft, zur See oder auf der Straße: Überall ist Radar mit an Bord und meist unverzichtbar, um für ein sicheres Vorankommen zu sorgen. Im Geschäftsfeld Verkehr entwickelt das Fraunhofer FHR neue und vor allem bessere Sensoren.



Kleiner, günstiger, smarter

Benzin, Gas oder Elektro? Derzeit drängeln sich verschiedene Energieträger um die Vorherrschaft beim Antrieb eines Autos. Da gerät eine andere, eigentlich noch radikalere Entwicklung fast schon ins Hintertreffen: Das fahrerlose Auto, das bereits 2018 in Serie auf den Straßen rollen soll. Unerlässlich für ein solches „unbemanntes Fahrzeug“ sind seine künstlichen Sinne, die Sensoren. Allen voran Radar.

Die Experten für alles, was mit Radar zu tun hat, arbeiten am Fraunhofer FHR. Hier erforschen sie alles vom 34-Meter-Parabolspiegel bis zum *System-on-a-chip*. So arbeiten die FHR-Forscher im Auftrag mit der Firma Hella KGaA Hueck & Co. daran, intelligente Helfer wie Spurwechselassistent oder Totwinkel-Überwachung auch für Mittelklassewagen und vergleichbare Fahrzeuge verfügbar zu machen, damit der Straßenverkehr noch sicherer wird.

Neben robuster, preiswerter Hardware und ausgeklügelter Signalverarbeitung ist aber auch der Einbauort des Systems am Fahrzeug, unabhängig von der Plattform (Auto, Flugzeug oder Schiff), von großer Bedeutung. Das Chassis, bestehend aus metallischen Trägerkomponenten und diversen Anbauteilen aus Kunststoff, beeinflusst die Leistungsfähigkeit einer Antenne. „Wir unterstützen unsere Partner mit unserer Kompetenz in der Simulation elektromagnetischer Felder, um das Antennenkonzept bereits in der Planungsphase zu optimieren. Mit unserem einzigartigen Know-how im Bereich der Hochfrequenzsysteme und der Signalverarbeitung stehen wir ihnen auch beim Bau von Prototypen zur Seite“, so Dr. Andreas Danklmayer vom Fraunhofer FHR.

Am Puls der Verkehrswege

Das Institut verfügt dank jahrzehntelanger umfassender Forschung über tiefgreifende physikalische, ingenieurwissenschaftliche und mathematische Fachkenntnisse sowie hervorragende technische Ausstattung. Danklmayer erklärt: „Wir sind in der Lage, Probleme bei der Entwicklung eines neuen Produkts relativ zeitnah zu lösen.“ Das Entwicklungsrisiko für den Kunden ist dabei gering, da sich die Wissenschaftler kontinuierlich mit allen Aspekten der Thematik befassen. „Verkehr ist ein buntes Thema und erfordert ein breites Wissensspektrum. Das halten wir daher am Institut bereit“, lässt Danklmayer weiter wissen.

Auch im Luftverkehr gibt es für die Forscher viel zu tun. Gemeinsam mit der Firma ESG entwickeln die Fraunhofer-Wissenschaftler ein Landeassistenzsystem für Hubschrauber. Im Gegensatz zu bisher erhältlichen Lösungen arbeitet das FHR-System konsequent bis zum Aufsetzen des Hubschraubers am Boden. In einem weiteren Projekt, an dem besonders die Bundespolizei interessiert ist, entwickeln die Forscher ein Radar zur Erkennung von Hindernissen wie beispielsweise Stromleitungen. Diese stellen für Fluggeräte aller Art eine Gefahr dar, insbesondere bei schlechten Witterungsbedingungen. Hier erfordert das zuverlässige Erkennen dieser „Stolperdrähte“ empfindliche Systeme mit neuen, klugen Algorithmen zur Auswertung der Radarechos – diese entwickeln Mathematiker am FHR und setzen damit weltweit immer neue Bestmarken.

Das bekannteste Einsatzfeld von Radar ist jedoch der Schiffsverkehr. „Die Technik der Schiffsradare ist nicht nur veraltet, sondern auch anfällig und wartungsintensiv“, erklärt Andreas Danklmayer. So verwundert es nicht, dass die Wissenschaftler auch hierfür eine neuartige Lösung parat haben: Eine sogenannte Gruppenantenne mit elektronischer Strahlschwenkung, welche die mechanisch rotierende Balkenantenne ersetzt. Gemäß dem Fraunhofer-Grundsatz – innovative und wirtschaft-

liche Produkte für die Praxis – wollen die FHR-Forscher diese Technologie für den maritimen Markt verfügbar machen. Für ihr neuartiges Konzept zur HF-Signalverteilung wurde den FHR-Wissenschaftlern ein Patent zuerkannt.

Selbst ist das Radar

An der wissenschaftlichen Weltspitze ist das FHR auch mit seiner Fähigkeit bewegte Ziele am Boden von fliegenden Plattformen aus zu detektieren und zu verfolgen. Damit lässt sich fließender Verkehr abbilden sowie anhand der Menge der Detektionen auch die Verkehrsdichte ermitteln. Für Verkehrsprognosen und Umleitungsempfehlungen, aber auch kriminalistische Zwecke ein Talent von Interesse. Andreas Danklmayer erläutert das Szenario: „Aus ökonomischer und ökologischer Sicht wäre der Einsatz von Quadrocoptern oder ähnlichen Kleinstfluggeräten vorstellbar, welche die Lage erfassen und an eine Verkehrszentrale übermitteln.“

Doch die Vision der Forscher geht noch weiter: Der Anwender soll nicht bloß eine Menge von Daten, sondern vor allem relevante Informationen und Entscheidungsempfehlungen erhalten. Aktuell startet das Fraunhofer FHR mit der Entwicklung eines Kognitiven Radars. Dieses Radar soll sich autonom an die jeweilige Situation anpassen und könnte somit erheblich zur Gefahrenfrüherkennung beitragen. Die Signalverarbeitung soll selbstständig und zuverlässig Hindernisse oder gefährliche Objekte erkennen und Störechos wirkungsvoll unterdrücken. Dabei könnte es auf nahezu jedem Verkehrsträger zu Wasser, in der Luft oder auf der Straße eingesetzt werden.

Das fahrerlose Auto würde damit ein Stück mehr Realität. Vielleicht gäbe es sogar eine Brötchentaste im Auto: abends gedrückt, führe der Wagen am nächsten Morgen schnell zum einmal einprogrammierten *Drive-through*-Bäcker. Dem Auto noch Kaffeekochen beizubringen, wäre jedoch etwas schwieriger.



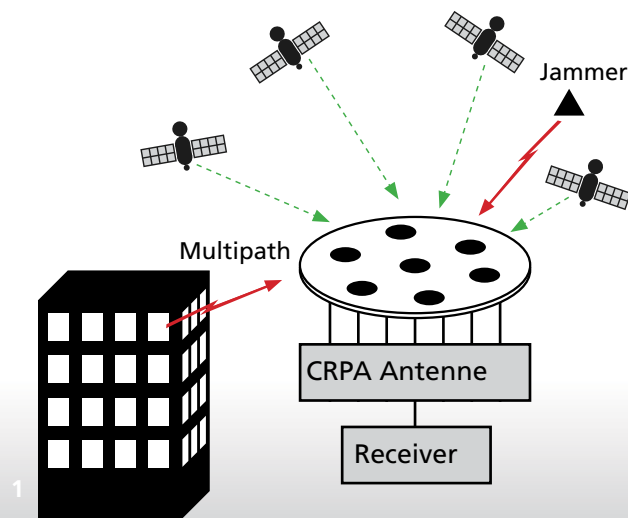
Geschäftsfeldsprecher:

Dr.-Ing.

ANDREAS DANKLMAYER

Tel. +49 228 9435-350

andreas.danklmayer@fhr.fraunhofer.de



STÖRFESTE ANTENNEN FÜR DIE NAVIGATION

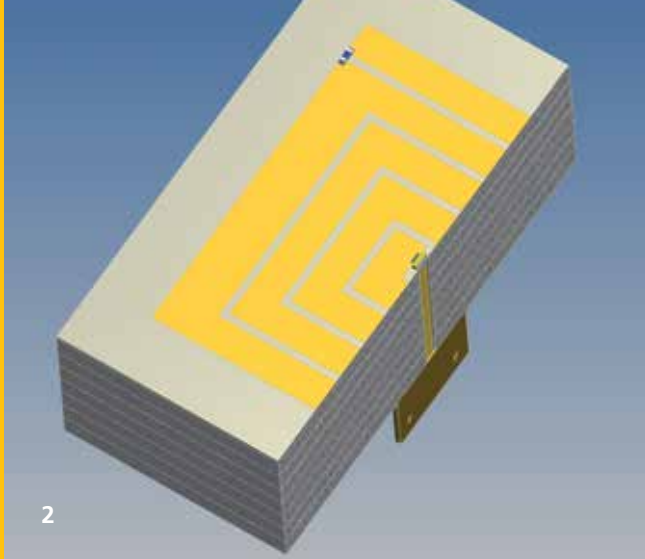
Nach ihrem Start vor rund 20 Jahren sind satellitengestützte Navigationssysteme heute weit verbreitet und aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Für den Transport und die Lokalisierung von Personen und Waren gewinnt auch die Güte, Verlässlichkeit und Störsicherheit der Navigationssysteme zunehmend an Bedeutung. Für den sicheren Empfang der schwachen Satellitensignale und die Robustheit der Systeme spielen Antennen eine große Rolle.

Nach langer Entwicklungszeit wurde Mitte der 1990er Jahre das amerikanische Global Positioning System (GPS) offiziell in Betrieb genommen. Das erste Globale Navigationssystem (GNSS) wird heute weltweit sowohl militärisch als auch für zivile Anwendungen genutzt. Inzwischen sind weitere Systeme wie das von der russischen Föderation betriebene GLONASS dazu gekommen, auch Europa und China haben eigene Satellitennetze in der Entwicklung. Die Nutzung von GNSS geht heute weit über den Bereich von Vermessung und Ortung hinaus: Die Dienste haben in der modernen Gesellschaft eine so weite Verbreitung gefunden, dass eine Unterbrechung oder Störung weitreichende Folgen für Wirtschaft und Sicherheit darstellen kann.

Das Prinzip aller GNSS beruht auf elektromagnetischen Signalen, die von den Satelliten in einer Höhe von mehr als 20.000 km abgestrahlt werden. Wegen der großen Entfernung zum Erdboden sind die Signale jedoch sehr schwach und können nur durch spezielle Signalverarbeitungsverfahren detektiert werden. Daher sind die empfindlichen Navigationsempfänger sehr anfällig für Störungen, die sowohl unbeabsichtigt durch andere drahtlose Systeme (z. B. Mobilfunk, Fahrzeuge, etc.) als auch vorsätzlich erzeugt werden können (Jamming oder Spoofing). Die Abteilung Antennentechnologie und elektromagnetische Modellierung AEM entwickelt bereits seit einiger Zeit verschiedene Antennentypen, die für den Aufbau stabiler GNSS genutzt werden.

Breitband-Spiralantenne

Bei kommerziellen Navigationssystemen werden aus Platzgründen meist miniaturisierte Antennen verwendet, deren Empfang auf einzelne GPS-Bänder beschränkt ist. Das FHR arbeitet seit einiger Zeit an breitbandigen Antennen, die nur relativ wenig Platz in Anspruch nehmen.



Aufgrund der zirkularen Polarisierung der Signale kommen hier rechteckige Spiralantennen auf dielektrischen Multi-Layer-Substraten zum Einsatz. Besonders wichtig ist dabei die präzise Simulation und Optimierung des symmetrischen Speisernetzes (BALUN), der Abschlusswiderstände sowie der absorbierenden Bodenplatte, um ein gleichmäßiges Strahlungsdiagramm mit niedrigem Achsenverhältnis bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad zu erzielen.

Das zurzeit entwickelte Antennenelement kann die Signale aller heute nutzbaren Navigationssatelliten empfangen und besitzt eine Kantenlänge von ca. 45 mm. Damit eignet es sich auch für den Aufbau von Antennengruppen, da auch Abstände im Bereich einer halben Wellenlänge zwischen benachbarten Elementen möglich sind.

Metamaterial CRPA (Controlled Reception Pattern Antenna)

Für die Nutzung von Antennengruppen spielen unter anderem die Größe des verwendeten Antennentyps und die elektromagnetische Verkopplung zwischen den einzelnen Elementen eine wesentliche Rolle. Für die Optimierung beider Eigenschaften hat das FHR in der Vergangenheit bereits erfolgreich sogenannte HF-Metamaterialien eingesetzt.

Eine aktuelle Entwicklung ist eine kompakte Antennengruppe bestehend aus fünf Elementen, bei der ein zentrales, zirkular polarisiertes Referenzelement und vier linear polarisierte Elemente im Außenbereich verwendet werden. Als Antennen werden gedruckte Breitband-Dipolantennen mit Mäanderleitungen und kapazitiver Last an den Dipolenden eingesetzt, die einen kompakten Aufbau mit Abmessungen von nur 10 cm x 10 cm und einer Höhe von 4 cm ermöglichen.

Konforme Antennengruppe mit aktiver Vibrationskompensation

In einer Zusammenarbeit zwischen Fraunhofer FHR, dem Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) und Airbus Defence & Space wurde eine strukturintegrierte CRPA mit aktiver Kompensation von Vibrationen für den Einsatz in Luftfahrtanwendungen aufgebaut. Die Antennengruppe besteht aus insgesamt sieben zirkular polarisierten Antennenelementen für das GPS-Band in einer hexagonalen Anordnung. Zum Aufbau der Antenne wurden nur Verbundmaterialien eingesetzt, die für den Flugzeugbau qualifiziert sind (GFK bzw. CFK). Das Frontend kann nahtlos in einen Flugzeugrumpf integriert werden, ohne die tragende Struktur mechanisch zu schwächen. Durch die Integration von Piezo-Aktuatoren und Sensoren in der Antennenapertur können im praktischen Einsatz Vibrationen kompensiert werden.

1 Einfluss von Störsignalen und Reflektionen (Multi-path) auf den Empfang von GNSS-Signalen.

2 Schnittbild der Multi-Band-Spiralantenne für GNSS, zeigt die Spiralarme und Abschlusswiderstände sowie das BALUN mit koaxialer Einspeisung.

3 Kompakte CRPA Antenne mit 5 Elementen (Abmessungen 10 cm x 10 cm x 4 cm).

*Dr.-Ing. Peter Knott
Tel. +49 228 9435-235
Fax +49 228 9435-521
peter.knott@
fhr.fraunhofer.de*



SENSOR BASED LANDING AID (SELA)

Ein Landeassistenzsystem für die Unterstützung von Helikopterpiloten im Landeanflug in staubigen Gebieten. Das dafür nötige Radar Altimeter wird am Fraunhofer FHR entwickelt.

Landeanflug als kritischer Moment

Für Helikopterpiloten ist jeder Landeanflug ein kritisches Moment. Dies gilt insbesondere dann, wenn es sich bei der Landezone um ein trockenes Gebiet handelt, denn dort kommt es zusätzlich zu dem komplexen Landemanöver zum so genannten *Brown-Out*. Dabei wird am Boden liegender Staub, Sand oder Gestein durch den *Downwash* (Abwind erzeugt durch den Rotor) des Helikopters aufgewirbelt und die Sicht des Piloten stark eingeschränkt (siehe Abb. 1). Dadurch kann es bei solchen kritischen Landeanflügen zu dramatischen Unfällen kommen. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, hat die Bundeswehr die Entwicklung eines entsprechenden Sensorsystems in Auftrag gegeben.

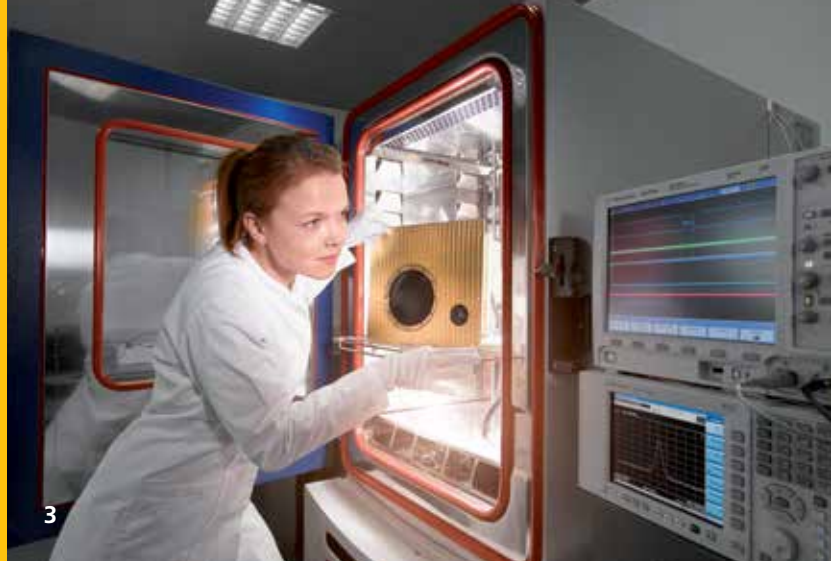
Forschung und Entwicklung im Unterauftrag

Die ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH erforscht und entwickelt daher die *Sensor Based Landing Aid* (SeLa). Dieses Landeassistenzsystem für Helikopterpiloten ist mit multiplen Sensoren und Visualisierungsmöglichkeiten ausgestattet und verleiht dem Piloten unter anderem die Fähigkeit, auch bei *Brown-Out*-Bedingungen sicher zu landen.

Das Fraunhofer FHR befindet sich für die Entwicklung dieses Landeassistenzsystems im Unterauftrag der ESG GmbH und ist für die Erforschung und Entwicklung des SeLa Radar Altimeter (SRA) verantwortlich. Die mit diesem Sensor (siehe Abb. 2) gewonnene Information der relativen Höhe des Helikopters über dem Boden wird dem Piloten mit einer hohen Update rate visuell zur Verfügung gestellt, sodass dieser zu jeder Zeit des Landeanfluges über die Nähe seines Helikopters zum Boden informiert ist.

SeLa Radar Altimeter

Bei dem SeLa Radar Altimeter handelt es sich um einen FMCW-basierten Radaransatz mit einer Mittenfrequenz von 94 GHz. Das FMCW-Grundmodul stammt von unserem Partner-



institut, dem Fraunhofer IAF in Freiburg. In einem ersten Schritt wurde die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen über einen Spiegel simuliert und entsprechend den Ergebnissen das Konzept sowie das Seriengerätedesign entwickelt. Weiterhin wurde am Fraunhofer FHR in den vergangenen Jahren die für den Betrieb nötige Hochfrequenztechnik und Elektronik um dieses Modul herum entwickelt und aufgebaut. Diese Entwicklungsarbeiten wurden unter anderem nach den gängigen Luftfahrtnormen wie beispielsweise der DO-178B für Software durchgeführt und entsprechend dokumentiert. Für die ebenfalls nötigen Tests der Hardware wurden enorme Investitionen in die Infrastruktur des FHR getätigt, wie die Anschaffung eines Klimaschranks und der Bau einer 50 Meter langen Teststrecke zur Erprobung der Sensoren. Mit der Hilfe des Klimaschranks kann die Funktionsfähigkeit des SRA über den geforderten Temperaturbereich von -45°C bis $+70^{\circ}\text{C}$ und mithilfe der Teststrecke seine Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden.

Aktuell arbeiten die Partner intensiv auf das Final Qualification Review für das SRA hin. Die letzten nötigen Abnahmen entsprechend den Luftfahrtnormen werden gerade abgeschlossen, sodass die Entwicklung des finalen Seriengeräts und damit der Abschluss des Projektes in greifbare Nähe rücken.

Eine Erfolgsgeschichte

Die Entwicklung des SeLa Radar Altimeters ist für die beteiligten Partner und insbesondere das Fraunhofer FHR eine Erfolgsgeschichte. Dies begründet sich durch eine Vielzahl an Aspekten. Zum Beispiel sind seit dem Beginn der Entwicklungsarbeiten mit dem Fokus auf den SRA neue Infrastrukturen am FHR geschaffen worden, welche zukünftigen Projekten gleichermaßen zu Gute kommen. Weiterhin wurden enorme Erfahrungswerte und Expertise für die Entwicklung von Seriengeräten aufgebaut. Dies bezieht sich sowohl auf den Hardware- als auch auf den Softwareanteil bei der Entwicklung der Hochfrequenztechnik und Steuerelektronik. Zugleich wurde die Grundlage für den Umgang mit einer Zertifizierung nach Luftfahrtnormen geschaffen.

Alle diese Merkmale versetzen das FHR zukünftig in die Lage, mit dem auf diese Weise entstandenen Portfolio neue Projekte in der Luft- und Raumfahrt mit umfassender Expertise begleiten zu können.

- 1 *CH-53 im Landeanflug mit Brown-Out Situation.*
- 2 *Fotografie des SeLa Radar Altimeters (SRA).*
- 3 *Durchführung der aufwändigen Klimatests.*

*Stefan A. Lang, M.Sc.
Tel. +49 228 9435-782
Fax +49 228 9435-608
stefan.lang@
fhr.fraunhofer.de*

UMWELT



*Mit Konzepten für neuartige
Überwachungsradare hilft das
Fraunhofer FHR eine Brücke
zwischen sauberer Energie und
Umweltschutz zu schlagen.*

GRÜNE WELLE, GRÜNES RADAR

Radar und Umwelt – was auf den ersten Blick nicht viel gemeinsam zu haben scheint, bringen Wissenschaftler am Fraunhofer FHR zusammen. Sie entwickeln neue Sensorik, um die natürlichen Ressourcen zu schonen und Tiere und Umwelt zu schützen.



Energiewende zündet nicht

Als die Energiewende Anfang des neuen Jahrtausends Fahrt aufnahm, hätte niemand gedacht, auf welche Widerstände saubere Energie stoßen würde, allen voran Windenergieanlagen: Sie verschandelten die Landschaft und die rote Warnlichtbefeuerung lockte Tiere an, die dann durch Kollision mit den Rotoren zu Tode kommen, so die Gegner. Im Projekt PARASOL (Passiv Radar basierte Schaltung der Objektkennzeichnung für die Luftfahrt) sind Wissenschaftler am Fraunhofer FHR das zweite Problem angegangen: Mit einem Netz aus passiven Radarsensoren werden sich annähernde Flugzeuge erkannt und die Warnbeleuchtung auf den Anlagen nur bei Bedarf eingeschaltet.

Das Fraunhofer-Institut lieferte für den Windparkbetreiber Dirkshof das Systemkonzept und einen Demonstrator. „Aus diesem Projekt ergab sich für uns dann die Idee für das nächste Projekt. Mit einem multistatischen System könnte man das Verhalten von Vögeln und Fledermäusen rund um den Windpark erfassen“, verrät Heiner Kuschel. Geplant ist der Startschuss für OASE (*Offshore Avifauna Surveillance Evaluation*) noch im Jahr 2014. Es gab auch schon Anfragen aus der Wirtschaft: „Windparkbetreiber haben uns gebeten, ein Radar zu entwickeln, das die Anlagen automatisch abschaltet, wenn sich Vögel einer bedrohten Art dem Windpark nähern.“

Für den einen ist es Rauschen, für den anderen ein fliegender Vogel

Am FHR kennt man sich aus mit Radar, egal ob mono-, bi- oder multistatisch, ob aktiv oder passiv. Darum kann man Kunden auch ein Forschungskomplettpaket anbieten: Von der Machbarkeitsstudie für ein Vorhaben über Beratung bei der Umsetzung bis hin zum Funktionsdemonstrator oder gar Nullserien-Produkt. Die Mitarbeiter des Instituts verfügen

dabei über umfassendes Wissen in Hard- und Software. „Eine ausgereifte Signalverarbeitung, die auf ihren Einsatzzweck abgestimmt ist, ist ebenso wichtig wie ein sorgfältig aufgebauter Sensor“, lässt Heiner Kuschel wissen. Kein Wunder also, dass das FHR über einen umfassenden Gerätepark an aktiven wie passiven Experimentalsystemen und einigen Prototypen verfügt. „Unser Netzwerk mit namhaften Industriepartnern erlaubt uns, nahezu jedes Gerät auch außerhalb des Labors zu testen“, so Kuschel weiter.

Und wie lässt sich im Feldtest das Echo eines fliegenden Vogels von Hintergrundrauschen diskriminieren? Mathematik macht es möglich. In aufwändigen Modellen und Simulationen optimieren die Forscher ihr Konzept, ehe sie sich an den Bau des Systems geben. Die notwendigen Algorithmen für diese komplexen Berechnungen hat das Institut ebenfalls selbst entwickelt. Neben dem nötigen Fachwissen in Physik und Elektrotechnik beschäftigt das Institut daher auch Mathematiker. Heiner Kuschel erklärt: „Da jedes System eine neue Aufgabe hat, erfinden wir quasi auch jedes Mal einen neuen Algorithmus für die Signalverarbeitung.“

Zwischen Weizen und Wein

Aus Tradition ist das Fraunhofer FHR fachtechnisch außerordentlich breit aufgestellt. Das geht soweit, dass einige Mitarbeiter über einen Flugschein für Kleinflugzeuge verfügen. Heiner Kuschel erklärt: „Um unsere Radare für fliegende Plattformen auch wirklich testen zu können, müssen wir sie ja auch in die Luft bringen können.“ Als Plattform stehen dem Institut kleine UAVs zur Verfügung wie auch ein eigenes Ultraleichtflugzeug sowie ein Tragschrauber.

„Unsere Vision ist unter anderem, dass wir das Radar, das wir im Rahmen von CropSense konzipiert haben, weiterentwickeln und auf einem UAV oder am Tragschrauber anbringen. So

könnten pro Tag mehrere Hektar vermessen werden. Hinsichtlich der zukünftigen Herausforderungen an die Landwirtschaft, noch effizienter aber gleichzeitig umweltschonender zu sein, wäre das eine sinnvolle Unterstützung“, sagt Kuschel. Im CropSense-Projekt wurde ein System entwickelt, das den Reifegrad von Feldfrüchten bestimmen kann. Diese Informationen könnten dem Landwirt helfen, den Einsatz von Düngemitteln oder Pestiziden zu reduzieren. Sie müssten nur noch bei Bedarf ausgebracht werden. Des Weiteren könnte aufgrund der spezifischen Reflektivität der optimale Erntezeitpunkt bestimmt werden. Um auch hier gleich ein umfassendes Paket anbieten zu können, erforscht das Fraunhofer FHR an seinem Anwendungszentrum für multimodale und luftgestützte Sensorik (AMLS) gemeinsam mit dem RheinAhrCampus der Hochschule Koblenz auch andere Sensorkonzepte. In ersten Messungen Ende 2013 analysierten die Wissenschaftler Weinreben im Rotwein-Anbaugebiet des Ahrtales.

Ich sehe, wie du atmest

Dass Radar mehr kann, als Schiffe navigieren und zügigen Autofahrern das Leben erschweren, beweisen die Fraunhofer-Tüftler in anderen Projekten: Gemeinsam mit der Forschungszentrum Jülich untersuchten sie den Einsatz von Radar in solarthermischen Kraftwerken, denn deren Effizienz hängt entscheidend von der präzisen Nachführung der Solarspiegel (Heliostaten) ab. Denkbare wäre es, die Steuerung der Heliostaten mit hochpräzisen Messdaten aus Radarmessungen anzureichern. Auch im Bereich der Biologie könnten Millimeterwellen nützliche Dienste tun, beispielsweise zum Monitoring von Vitalfunktionen. Heiner Kuschel erläutert: „Die Radartechnologie eignet sich auch zur Lebenszeichendetektion. Wir können mit ihr selbst kleinste Bewegungen wie den Herzschlag oder die Atmung eines Lebewesens entdecken – oder die Durchblutung in Kapillaren messen. Da gibt es sicher unzählige Anwendungsfelder.“



Geschäftsfeldsprecher:

Dipl.-Ing.

HEINER KUSCHEL

Tel. +49 228 9435-389

heiner.kuschel@fhr.fraunhofer.de



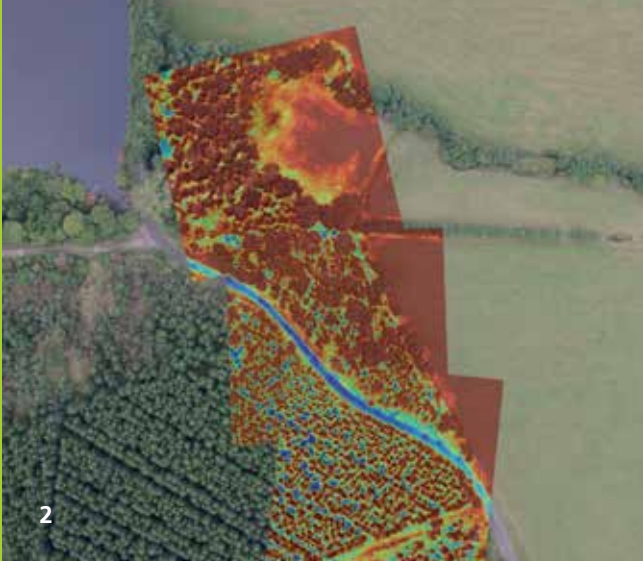
TRAGSCHRAUBER IM DIENSTE VON NATUR UND UMWELT

Das Anwendungszentrum für multimodale und luftgestützte Sensorik (AMLS) unterstützt das Naturschutzgroßprojekt „Obere Ahr-Hocheifel“ und liefert detaillierte Informationen aus der Luft.

Seit 1979 fördert der Bund mit dem Programm „chance.natur - Bundesförderung Naturschutz“ national bedeutsame Naturräume. Das Programm dient der Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft von gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. In dieses Programm wurde im Jahre 2007 auch das Projekt „Obere Ahr-Hocheifel“ (OAH) aufgenommen. Das rund 3.300 ha große Projektgebiet liegt 30 Kilometer süd-westlich von Wachtberg im Kreis Ahrweiler an der Landesgrenze zwischen Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz. Ziel ist es, die dort vorhandenen Gewässer-Auenlandschaften im Bereich des Ahrtales möglichst naturnah wieder herzustellen und damit die biologische Artenvielfalt in dem Gebiet zu schützen und zu erhalten. Nach einer fünfjährigen Planungsphase ist im letzten Jahr mit der Umsetzung der Vorhaben begonnen worden. Insgesamt stehen für das Projekt fast 10 Millionen Euro bis 2020 zur Verfügung, von denen rund 7 Millionen Euro der Bund, 2 Millionen Euro das Land Rheinland-Pfalz und eine Millionen Euro der Kreis Ahrweiler übernimmt.

Neben der Durchführung ist auch die Dokumentation der Renaturierungsmaßnahmen von hoher Bedeutung, um die Wirksamkeit der Aktivitäten zu überwachen bzw. Fehlentwicklungen frühzeitig zu erkennen. Einen wichtigen Beitrag liefert dazu das Anwendungszentrum für multimodale und luftgestützte Sensorik (AMLS) des FHR. Der Tragschrauber des AMLS überfliegt einzelne Gebiete vor und nach der Renaturierung und dokumentiert dadurch die auftretenden Veränderungen. Die Wendigkeit und die sehr guten Langsamflugeigenschaften des Tragschraubers prädestinieren diesen für diese Aufgaben. Es ist dem Piloten möglich, selbst kleinen Flussläufen direkt zu folgen.

In einem ersten Schritt der Projektarbeit wurde mit einer Bildkamera, die eine Auflösung von 36 Millionen Bildpunkten besitzt, eine Vielzahl von Luftbildern erstellt. Neben dem standardmäßigen Zusammenfügen und Orthorektifizieren der einzelnen Aufnahmen kam zusätzlich ein so genannter „Structure from Motion Algorithmus“ (SfM) zur Anwendung, der die dreidimensionale Rekonstruktion der Geländetopographie aus den Luftbildern ermöglicht.



Mit Hilfe dieser Informationen können vor allem Rodungs- und Flutungsmaßnahmen effektiv kontrolliert werden.

Für das Jahr 2014 sollen auch die Hyperspektralkamera und die Thermokamera des AMLS zum Einsatz kommen. Die neuartige Hyperspektralkamera erlaubt im Gegensatz zu den bisher verfügbaren spektralen Zeilenscannern die direkte spektrale Erfassung zweidimensionaler Flächen mit nur einer Aufnahme. Mit dieser Technik entfällt der zeitintensive Zwischenschritt, die Einzellinien des Scanners zu einem Bild zusammenzufügen, sodass auf eine aufwendige und teure Lagesensorik (IMU) an Bord des Tragschraubers verzichtet werden kann. Die Hyperspektralkamera besitzt eine Bandbreite von 450 nm bis 950 nm bei 125 spektralen Kanälen. Durch diese Daten im sichtbaren und nahen infraroten Wellenlängenbereich können insbesondere Informationen über den physiologischen Zustand der Bäume und Pflanzen ermittelt werden. Falschfarben-Darstellungen verschiedener Vegetationsindices geben den Experten einen schnellen Überblick über den Gesundheits- und Stoffwechselstatus der Vegetation. So liefert zum Beispiel der so genannte „Normalized Differenced Vegetation Index“ (NDVI) ein Maß für die photosynthetische Aktivität der Pflanzen, die direkt mit der Vitalität korreliert ist. Die FLIR-Thermokamera ist wiederum im fernen Infrarot (LWIR) empfindlich und misst die Wärmeemission von Objekten. Diese Kamera soll vornehmlich zur Detektion und Zählung von Tieren genutzt werden. Langfristig ist auch der Einsatz des miniaturisierten Millimeterwellen-SAR am Tragschrauber geplant.

Die einzelnen Flugmissionen werden gemeinsam mit Vertretern des Naturschutzprojektes abgesprochen und geplant. Auf Basis dieser Planung wird der Pilot vom Navigationssystem zu den zu überwachenden Regionen geführt und die Kameras werden dort systematisch vom Computer ausgelöst. Die aufgezeichneten Daten der einzelnen Flüge werden nachträglich am Computer aufbereitet und dem Naturschutzprojekt zur Auswertung zur Verfügung gestellt.

1 *Tragschrauber des AMLS auf dem Flugplatz.*

2 *Überlagerung eines Luftbildes mit farbkodierten hyperspektralen Daten.*

3 *Luftbild einer ehemaligen Teichanlage im Projektgebiet bevor sie im Rahmen der Renaturierung geflutet wurde.*

*Prof. Dr. rer. nat.
Jens Bongartz
Tel. +49 2642 932-427
Fax +49 2642 932-301
jens.bongartz@
fhr.fraunhofer.de*

SICHERHEIT



Moderne und kompakte MIMO-Radare können Einsatzkräften in Katastrophengebieten wertvolle Unterstützung bieten.

SICHERHEIT DANK DURCHBLICK

Großveranstaltungen, Verkehrsknotenpunkte, öffentliche Plätze – an Orten, wo viele Menschen zusammen kommen, darf Sicherheit nicht fehlen. Das Fraunhofer FHR befasst sich in seinem Geschäftsfeld Sicherheit mit wissenschaftlichen Fragestellungen rund um diese Thematik. Dabei setzt das Institut auf seine umfassende Expertise der Hochfrequenz- und Radartechnik.



Verborgenes wird sichtbar

Eine herrenlose Reisetasche legte Mitte Dezember 2013 den Bahnverkehr am Frankfurter Bahnhof lahm. Nach etwa einer Stunde Entwarnung: Die Tasche war leer. Solche Einsätze sind jedoch für die Polizei immer überaus riskant. Noch fehlt den Beamten die Technologie, schnell, sicher und am besten berührungslos das Gefährdungspotenzial solcher Gegenstände festzustellen.

Meist wurde das einsame Gepäckstück nur vergessen, in selten Fällen aber absichtlich, meist mit terroristischem Hintergrund, platziert. Ist es zündfähig, spricht man von einer unkonventionellen Spreng- und Brandvorrichtung, kurz USBV. „Hier können Millimeterwellensensoren den Einsatzkräften wichtige Unterstützung bieten. Aufgrund ihrer Durchdringungseigenschaften eignen sie sich sehr gut dafür, beispielsweise in Koffer oder Taschen hineinzusehen und den Inhalt dreidimensional zu erfassen“, erläutert Stefan Lang vom Fraunhofer FHR. So wäre eine erste Kategorisierung – ist das liegengebliebene Gepäck nun gefährlich oder nicht – ganz einfach möglich. „Solch ein System ließe sich auch grundsätzlich mit etwas Forschungsaufwand in ein Gerät zur Frachtkontrolle überführen, beispielsweise als Handscanner für den Zoll“, so Stefan Lang weiter.

Diese Kompetenz, berührungslos in Objekte hineinzusehen, ist aber nicht nur für kriminaltechnische Anwendungen von großem Nutzen. Insbesondere Flughafenbetreiber sind an neuen Sicherheitslösungen interessiert. Das Passagieraufkommen bundesweit steigt, gleichzeitig werden immer gründlichere Kontrollen gefordert, was die Wartezeiten verlängert. In mehreren Projekten wie beispielsweise *TeraSCREEN* konnte das Fraunhofer FHR demonstrieren, wie die Hochfrequenztechnik vorbeugend angewendet werden kann: Neue Konzepte für Personenscanner wahren die Persönlichkeitsrechte der

Reisenden, erhöhen aber gleichzeitig die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Kontrolle.

Technologie mit Zukunft

Eine andere Erfolgsstory ist die institutseigene Entwicklung *SAMMI* (*Stand-Alone MilliMeterwave Imager*). Das kompakte Gerät wurde als Fähigkeitsdemonstrator gebaut – und überzeugte. Die Firma Hübner machte daraus *T-Sense*, einen Durchleuchter für verdächtige Postsendungen. Eingesetzt wird das System derzeit in Justizvollzugsanstalten in Nordrhein-Westfalen. So können die Beamten dem Schmuggeln von Rauschmitteln oder gar Waffen mittels Briefen vorbeugen, ohne das Briefgeheimnis zu verletzen. Dies gelingt durch geschickte Kombination physikalischer Prinzipien mit ausgereifter Signalverarbeitung.

Das Fraunhofer FHR verfügt nicht nur über das nötige Verständnis der technischen Grundlagen, sondern auch das Wissen und die Ressourcen, solche Systeme zu entwerfen und zu bauen. „Aber ohne die Kenntnisse der richtigen Signalverarbeitung nützt auch die beste Hardware nicht viel. Und Signalverarbeitung ist in erster Linie Mathematik“, erklärt Stefan Lang. Darum verfügt das Institut über das gesamte Spektrum der erforderlichen Expertise. Durch den Aufbau einer Silizium-Germanium-Kompetenz am Institut kann die Entwicklung neuer Systeme in Zukunft bereits beim Chipdesign beginnen. „So können wir unseren Partnern alles aus einer Hand anbieten – maßgeschneidert. Mit unserer Technologie bieten wir unseren Kunden die Möglichkeit, sich von ihren Wettbewerbern abzuheben.“

Für die Anbieter von Sicherheitsdienstleistungen und -produkten ist die frühzeitige Positionierung zweifellos erstrebenswert, denn der Markt birgt nach wie vor enormes Wachstumspotenzial. Prognosen nennen eine durchschnittliche Wachstumsrate

von 7,4 % pro Jahr bis 2021, viel Raum für neue kreative Produkte und Dienstleistungen. Stefan Lang: „Selbstverständlich stehen wir nicht nur als kompetenter Forschungspartner für aufwändige Produktentwicklungen zur Verfügung, sondern beraten unsere Kunden selbstverständlich auch basierend auf unserer jahrzehntelangen Erfahrung und ermöglichen unseren Kunden so einen direkten Markteinstieg.“

Mehr Sicherheit für die Retter

„Die Hochfrequenztechnologie ermöglicht ein zuverlässiges und schnelles Detektieren sowie Visualisieren von verborgenen Objekten oder Strukturen. Dabei muss es sich nicht immer um eine Waffe handeln. Hohlräume im Untergrund stellen auch eine Gefährdung für Menschen dar“, erklärt Stefan Lang weiter. Allein in Nordrhein-Westfalen kommt es jährlich zu über 100 Tagesbrüchen, so der fachliche Ausdruck für das plötzliche Absacken des Bodens, bei dem die Oberfläche aufbricht. Die Trichter, die dabei entstehen, sind meist eher klein. In seltenen Fällen werden sie zu regelrechten Kratern, so groß wie Einfamilienhäuser. Stefan Lang erläutert: „Tagesbrüche entstehen, wenn unterirdische Strukturen über längere Zeit hinweg instabil werden und nachgeben. Prinzipiell können betroffene Gebiete mittels Hochfrequenztechnologie überwacht werden, um rechtzeitige Warnungen auszugeben oder gar präventiv den Hohlraum gezielt zu verfüllen.“

Und wenn es aber doch zu einem Unglück gekommen ist? Oftmals müssen sich die Einsatzkräfte bei der Suche nach möglichen Opfern selbst großer Gefahr aussetzen. Der Funktionsdemonstrator MIRA-CLE Ka belegt das Potenzial der Radartechnologie, Rettungskräfte bei der Situationserfassung in komplexen Einsatzlagen zu unterstützen. So könnten die Risiken der Rettungskräfte im Einsatz spürbar reduziert werden – weltweit.



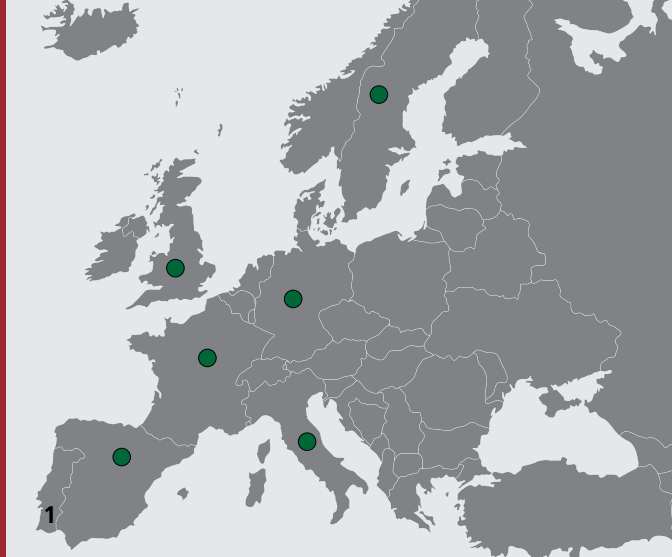
Geschäftsfeldsprecher:

M. Sc.

STEFAN A. LANG

Tel. +49 228 9435-782

stefan.lang@fhr.fraunhofer.de



TERASCREEN – SCHNELLERE SICHERHEITSKONTROLLEN AN FLUGHÄFEN

Ein vielversprechender Ansatz für die schnelle Untersuchung bewegter Personen an Flughäfen, erreicht durch die Verbindung aktiver und passiver Hochfrequenztechnik in unterschiedlichen spektralen Bändern.

Europäisches Verbundprojekt

Das Akronym TeraSCREEN steht für das Forschungsprojekt *Multi-Frequency Multi-Mode Tera-Hertz screening for border checks* und bezeichnet ein europäisches Verbundprojekt mit dem Schwerpunkt der Passagieruntersuchung im Bereich der Sicherheitsschleusen an Flughäfen. Das Verbundprojekt besteht aus insgesamt 12 Partnerinstitutionen, welche sich über 6 Länder Europas verteilen (Abb. 1). Im Rahmen des Projektes sollen ein passiver Scanner bei 94, 220 und 360 GHz sowie und ein aktiver Scanner aufgebaut werden. Der aktive Scanner bei einer Mittenfrequenz von 360 GHz wird am Fraunhofer FHR konzipiert, entwickelt und aufgebaut und soll zur Messung bewegter Personen eingesetzt werden.

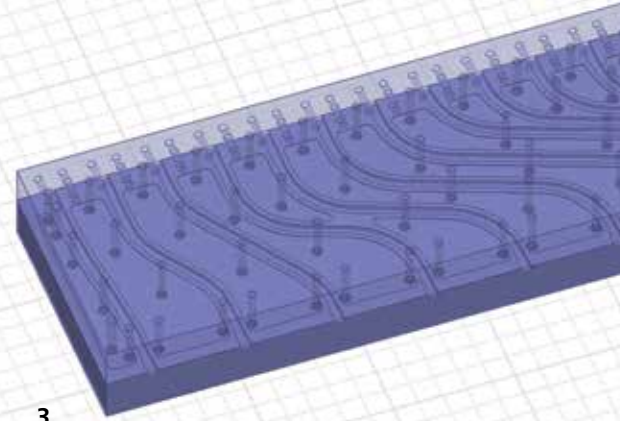
Konzept des aktiven Scanners

Die Messung bewegter Personen stellt eine Herausforderung für die hochauflösende Untersuchung und Detektion versteckt getragener Gegenstände dar. Dies gilt im Besonderen, wenn solche Messungen in dem vorgesehenen Frequenzbereich von 360 GHz durchgeführt werden sollen. Für diesen spektralen Bereich gibt es zum einen nach heutigem Stand der Technik kaum Hochfrequenzbauteile, zum anderen nähert sich der hohlleitergeführte Transport elektromagnetischer Wellen physikalischen Grenzen in der Fertigungstechnik. Weiterhin muss innerhalb kürzester Zeit der gesamte Körper hochaufgelöst abgebildet werden – und das mit einem System, welches aus einigen wenigen Hochfrequenzpixeln besteht. Eine vollbesetzte Pixelmatrix würde in diesem Frequenzbereich jedweden ökonomischen Ansatz zunichte machen.

Trotz dieser schwierigen technologischen Rahmenbedingungen kann durch den klugen Einsatz spezieller Abbildungsverfahren ein hochaufgelöstes Bild der bewegten Person erzeugt werden. Im vorliegenden Fall wurde ein mechanisch geschwenkter MIMO-Ansatz mit 16 Sendern und 16 Empfängern gewählt. Diese werden so angeordnet, dass mit Hilfe einer geeigneten



2



3

Schaltmatrix zur Steuerung der Sender und Empfänger ein Antennenarray mit 256 virtuellen Antennen entsteht. Dieses Array wird quer zur Person ausgerichtet, sodass die Breite der Person mit Pixelbreiten in der Größenordnung von wenigen Millimetern dargestellt wird. Die auf diese Weise erzeugte Bildzeile wird dann mit Hilfe einer mechanischen Schwenkeinrichtung über die Person geführt, sodass im Bruchteil einer Sekunde ein komplettes Bild der Person entsteht. Durch die zu Grunde liegende Betriebsart des frequenzmodulierten, kontinuierlich strahlenden FMCW-Radars (Abb. 2) mit einer sehr hohen Bandbreite von 30 GHz wird weiterhin ein enormer Detailgrad in der Tiefenauflösung erreicht.

- 1 Verteilung der Partnerinstitutionen in Europa.
- 2 Kompakter Aufbau des FMCW-Radarmoduls.
- 3 CAD Zeichnung einer Antennenkassettenhälfte.

Design der Hochfrequenztechnik

Im gesamten Entwicklungsprozess ist das Design der Hochfrequenztechnik ein besonders herausfordernder Aspekt. Basierend auf dem MIMO-Konzept wurde eine Antennenkassette entwickelt, welche die insgesamt 32 Antennenstrukturen beinhaltet sowie für einen Transport der elektromagnetischen Welle in der Antennenkassette von der Antenne zum standardisierten Flansch durch komplexe Hohlleiterstrukturen sorgt. Die Herausforderung bei diesem Design sind die für diesen Frequenzbereich minimalen Abmessungen der Hohlleiter, welche teilweise schon im Submillimeterbereich liegen. Das bedeutet konkret, dass die mechanischen Fertigungsmöglichkeiten beim Design der im Splitblockverfahren aufgebauten Antennenkassette (siehe Abb. 3) berücksichtigt werden müssen.

Die Hochfrequenztechnik besteht aber nicht nur aus dem aufwändigen Antennenkonzept, sondern aus einem massiven Aufwand an weiteren Elementen, wie beispielsweise dem Basis-FMCW-Modul. Die weiterhin benötigten Elemente wie Frequenzvervielfacher, Power Amplifier und Subharmonische Mischglieder werden von Projektpartnern entwickelt und zur Verfügung gestellt. Die Integration des Systems sowie dessen Charakterisierung wird am Fraunhofer FHR durchgeführt.

Projektziele

Das internationale Projekt verfolgt einige wichtige Ziele. Beispielsweise sollen mit dem neuen Ansatz zukünftig die Sicherheitsschleusen an Flughäfen sicherer und vor allem schneller und unter Wahrung der Privatsphäre arbeiten. Weiterhin sollen durch die technologische Erschließung neuer Frequenzbereiche neue Grundlagen und Verfahren generiert werden, welche der europäischen Gesellschaft im Allgemeinen zu Gute kommen.

Stefan A. Lang, M.Sc.
 Tel. +49 228 9435-782
 Fax +49 228 9435-608
 stefan.lang@
 fhr.fraunhofer.de



MIRA-CLE KA: VERMEIDEN UND BEHERRSCHEN VON KATASTROPHEN

Das Vermeiden und Beherrschen von Katastrophen nimmt in einer Welt mit zunehmendem Bevölkerungswachstum, Terrorismus und Naturkatastrophen einen immer wichtigeren Stellenwert ein. Der MIMO-Radardemonstrator MIRA-CLE Ka dient hierbei als Wegbereiter für zukünftige leistungsfähige Überwachungssysteme.

Naturkatastrophen nehmen durch den stetigen Klimawandel, die zunehmende Urbanisierung der Welt und das immer weitere Vordringen des Menschen in potenziell gefährliche Gebiete immer größere und gefährlichere Ausmaße an. Abrutschende Berghänge verschütten Dörfer, Flüsse überschwemmen Städte und Erdbeben verwüsten ganze Landstriche. Menschenge-machte Unglücke und Katastrophen durch Terrorismus, den Raubbau an der Natur und durch Industrieunfälle addieren sich noch oben auf.

Ist ein Unglück geschehen und bietet sich den Rettungskräften in dieser komplexen Schadenslage ein zunächst chaotisches, unübersichtliches Bild, ist schnelles und zielgerichtetes Handeln gefordert, um möglichst viele Menschenleben zu retten. Hierbei hat der Eigenschutz der Rettungskräfte oberste Priorität. Instabile Trümmerstrukturen und Gebäudereste bergen bei den Rettungsarbeiten jedoch ein erhebliches Gefahrenpotenzial, da Trümmerstücke und ganze Gebäudewände die Einsatzkräfte erschlagen und unter sich begraben können. Zusätzlich entstehen bei der Suche nach Verschütteten durch das Abtragen von Schutt und Trümmern stetig neue statische Gegebenheiten, sodass bis dahin noch halbwegs stabile Gebäudereste schnell in einen instabilen Zustand übergehen können. Dieses äußerst komplexe, sich ständig verändernde Gefahrenpotenzial stellt eine große Herausforderung für die Rettungsarbeiten und den Schutz der Einsatzkräfte dar.

Eine kontinuierliche, flächenhafte und vom Wetter unabhängige bildhafte Überwachung einer solchen komplexen Schadenslage, die kleinste Veränderungen (z. B. das Umkippen einer Mauer) rechtzeitig und unmittelbar erkennen kann, könnte mit einem daran angeschlossenen Alarmsystem Rettungskräfte vor kollabierenden Trümmerstrukturen warnen und schützen. Im Rahmen der Forschungsarbeiten am Fraunhofer FHR im Bereich MIMO-Radar wurde der sich in stetiger Weiterentwicklung befindliche bildgebende MIMO-Radardemonstrator MIRA-CLE Ka



entwickelt und aufgebaut. Mit diesem System lassen sich sowohl neueste Radartechnologien und Signalprozessierungsmethoden evaluieren, als auch neue Anwendungsfelder erschließen. Da sich ein solches MIMO-Radarsystem, nach theoretischen Vorüberlegungen, hervorragend für das obige Szenario einsetzen ließe, wurden anwendungsnahe *Proof-of-concept*-Versuche durchgeführt. Hierzu wurde eine bewegliche neun Quadratmeter große Mauer auf einem Gebäude montiert und mittels eines Präzisionsmotors im Millimeterbereich mikrometergenau verkippt. Mit MIRA-CLE Ka wurde bei diesen Experimenten das gesamte Gebäude beobachtet und mit ausgeklügelten Signalprozessierungsmethoden exakt die Bewegung der Wand erfasst und extrahiert. Eine besondere Schwierigkeit liegt darin, besonders kleine und sehr langsame Bewegungen zur erkennen (z. B.: 1 mm in 5 min.), da diese typischerweise auftreten, wenn ein Trümmerstück von einem stabilen in einen labilen Zustand übergeht. Mit MIRA-CLE Ka konnten beliebige Verkippszenarien eindeutig detektiert und im Radarbild sichtbar gemacht werden, sodass der Grundstein für ein zukünftiges Warn- und Überwachungssystem für das Beherrschen von Katastrophen und komplexen Einsatzlagen gelegt ist.

Aber auch bevor es überhaupt zu einer Katastrophe kommt, können zukünftige bildgebende MIMO-Radarsysteme, nach dem Vorbild des Radardemonstrators MIRA-CLE Ka, kritische Bereiche kontinuierlich und lückenlos überwachen und bei Veränderungen Alarm schlagen. Hierzu zählen beispielsweise Hänge und Böschungen, die z. B. bei Starkregen abrutschen und somit Infrastruktur, Siedlungen und Menschen gefährden können. Auch Berghänge in den Alpen sind sowohl durch das Abschmelzen des Permafrostes infolge des Klimawandels als auch durch starke Unwetter potenzielle Gefahrenquellen. Murenabgänge, Schlammlawinen und Flutwellen infolge von Felsstürzen in Bergseen stellen besonders durch die immer zahlreicher werdenden Starkwetterereignisse eine stetig wachsende Gefahr dar. Durch eine kontinuierliche Überwachung mit einem MIMO-Radarsystem könnten so selbst kleinste Masseverschiebungen von Hängen und Böschungen großflächig detektiert werden. Ein nachgeschaltetes Alarmsystem könnte so die im Gefahrenbereich lebende Bevölkerung rechtzeitig warnen oder Infrastrukturwege wie Straßen durch eine Lichtzeichenanlage vorübergehend sperren. Hierdurch würde die Gefährdung von Menschenleben deutlich reduziert werden, noch bevor es zu einer Katastrophe kommen kann.

- 1 *MIMO-Radardemonstrator MIRA-CLE Ka.*
- 2 *Bewegliche Mauer zur Simulation von Trümmerbewegungen.*
- 3 *MIRA-CLE Ka im Einsatz bei der Überwachung von Berghängen.*

Dr. rer. nat. Jens Klare
 Tel. +49 228 9435-311
 Fax +49 228 9435-618
 jens.klare@
 fhr.fraunhofer.de

INTERVIEW

„DIE BESTE WAHL“

Als Erasmus-Studentin kam María Antonia González-Huici nach Deutschland um zu promovieren. Anfangs beschäftigte sie sich noch mit den Weiten des Alls, richtete ihren Blick dann aber auf Dinge in der Erde und kam so zum Fraunhofer FHR.



Frau González-Huici, was haben Sie studiert?

González-Huici: Ich habe von 1997 bis 2002 Theoretische Physik in Madrid studiert. Dabei habe ich mich mit Dingen wie Astrophysik, Teilchen- und Quantenphysik beschäftigt. Sehr theoretische Sachen halt.

Wie sind Sie dann auf Radar gekommen?

González-Huici: Ich wollte ursprünglich in Kosmologie promovieren, aber nach meinem Studium in Madrid und ersten Erfahrungen an der *Bonn International Graduate School for Physics and Astronomy* wollte ich dann doch lieber

etwas Anwendungsbezogeneres machen. So kam ich dann auf die Geophysik. An der Uni Bonn habe ich dann erste Vorlesungen zu dem Thema gehört und konnte mich recht gut in die Thematik einarbeiten. Es hat mir auch auf Anhieb gut gefallen. Und GPR (*Ground Penetrating Radar*) ist in diesem wissenschaftlichen Bereich eine sehr verbreitete und beliebte Technologie: sie eröffnet viele Spielräume, ist nicht-invasiv.

Wie sind Sie auf das FHR aufmerksam geworden?

González-Huici: Oh, das war ein bisschen Zufall. Ich bin als Erasmus-Studentin an die Uni Bonn gekommen, um hier zu promovieren. In den ersten Jahren habe ich als studentische Aushilfe am Teilchenbeschleuniger der Uni gearbeitet. Als ich dann aber meinen Studienschwerpunkt veränderte, begann ich als Hiwi bei der Forschungsgruppe für Geophysik zu arbeiten. Gleichzeitig habe ich auch schon erste Arbeiten für meine Doktorarbeit in Geophysik gemacht, allerdings mit einer etwas anderen Ausrichtung. Irgendwann sprach mein Professor mich an, ob ich Interesse hätte, am FHR zu arbeiten – dort sei eine Stelle nachzubesetzen. Ich habe mich dann etwas informiert und mich beworben. Zu der Zeit wurde ein Projekt von der Bundeswehr gefördert, das thematisch auch zu einer möglichen Doktorarbeit passte. Das hat mich angesprochen.

Worum ging es bei Ihrer Promotion?

González-Huici: Ich habe mich damit beschäftigt, wie man Radar zur Detektion und Identifizierung von vergrabenen Landminen verwenden kann. Radar ist hierfür eine vielversprechende, ergänzende Technologie, die sich auch für humanitäre Räumungseinsätze von Minenfeldern eignet. Daran war die Bundeswehr interessiert. In der Zeit kam für die Bundeswehr dann aber das Problem der IEDs auf. IEDs sind selbstgebastelte Sprengsätze, die meist in Straßen vergraben werden. Für die Bundeswehr ist das vor allem bei ihren Auslandseinsätzen ein Problem. Auch hier ließe sich das GPR zum Schutz der Einsatzkräfte anwenden.

Warum haben Sie sich entschieden, nach Deutschland zu gehen?

González-Huici: Ich wollte unbedingt Auslandserfahrung sammeln. Und in Spanien wird leider kaum in die Forschung investiert. Im Rahmen des Erasmus-Programms hatte ich mehrere Möglichkeiten, aber Deutschland und besonders die Uni Bonn waren für mich persönlich die beste Wahl. Deutschland hat vor allem im Bereich der Physik und Mathematik eine gute Reputation und ich war zuvor schon mal im Urlaub hier gewesen. Es hatte mir hier gut gefallen.

Wie haben Sie diese Zeit empfunden?

González-Huici: Nun, am Anfang war es schwierig. Die Erasmus-Förderung ist nur ein kleiner Betrag und ich musste daher noch etwas Geld dazu verdienen. Da kamen mir zuerst die Hiwi-Jobs und ab 2005 die Anstellung am FHR sehr recht. Ich konnte ja auch die Sprache nicht, aber in der *Scientific Community* sprechen wir ohnehin meist Englisch. Wenn man sich durch so eine Phase aber durchkämpfen muss und lernt, seinen eigenen Weg zu finden, ist das im Nachhinein aber immer eine gute Sache. Man lernt, selbstständig zu arbeiten und Informationen zu finden. Das macht einen auch zu einer besseren Wissenschaftlerin.

Sie haben Anfang 2013 Ihren Dokortitel erhalten.

Wie geht es für Sie nun weiter?

González-Huici: Ich kann nicht sagen, was in zehn Jahren sein wird, aber im Prinzip plane ich, am FHR zu bleiben und Karriere zu machen. Ich bin seit Januar 2012 fest angestellt und habe ein eigenes Industrieprojekt sowie einen eigenen Mitarbeiter. Zusätzlich unterstütze ich noch andere laufende Projekte und arbeite einen Doktoranden ein. Ich bin sehr zufrieden und mag meine Arbeit. Meine Doktorarbeit war sehr simulationslastig, jetzt kann ich viele andere Forschungsthemen und -methoden ausprobieren. Hier kann ich mich wissenschaftlich noch etwas austoben.

Frau González-Huici, vielen Dank für das Gespräch.



Ihr Ansprechpartner:


Dr. rer. nat.

MARÍA ANTONIA GONZÁLEZ-HUICI

Tel. +49 228 9435-708

maria.gonzalez@fhr.fraunhofer.de

PRODUKTION

A young man with light brown hair and blue eyes, wearing a white lab coat over a light blue shirt and white gloves, is looking intently at a circular object he is holding. The background is a blurred laboratory setting with computer monitors and equipment.

Hochintegrierte Radarchips auf SiGe-Basis ermöglichen Hochfrequenzschaltungen von 100 GHz und mehr für anspruchsvolle Aufgaben.

MIT VIEL HERTZ FÜR DIE PRODUKTION

Im produzierenden Gewerbe kommt es auf jedes Stück an, das hergestellt wird. Das Fraunhofer FHR hilft Erzeugern mit neuer Sensorik ihren Ausschuss weiter zu reduzieren, hin zur Null-Fehler-Produktion, oder ihre Produkte mit cleveren Features aufzuwerten.



Innovationskompetenz für die Industrie

Zuverlässig und langlebig, halten, was die Werbung versprochen hat. Das erwarten Kunden von den Produkten, die sie erwerben – völlig unabhängig vom Einsatzzweck. Darum setzt die Industrie bei ihrer Produktion auf ein ganzes Arsenal an Sensorik. Diese soll dem Kunden die Benutzung seines Kaufs zuhause noch einfacher und komfortabler machen. Oder bereits auf der Bandstraße in der Fabrik etwaige Fehler aufspüren und die mangelbehafteten Erzeugnisse aussortieren.

Relativ neu in der Familie der elektronischen Spürhunde sind Hochfrequenzsensoren. Und sie haben eine Menge zu bieten: Im Frequenzspektrum von einige Megahertz bis in den unteren Terahertzbereich hinein spüren sie Verunreinigungen in Lebensmitteln auf oder helfen bei der sortenreinen Sortierung schwarzer Kunststoffe. „In beiden Fällen war die Fragestellung recht spezifisch, sodass verfügbare kommerzielle Lösungen an ihre Grenzen stießen“, erklärt Dirk Nübler vom Fraunhofer FHR, „Hier können wir mit unserem einzigartigen Know-how und den besonderen Fähigkeiten der Hochfrequenztechnik helfen.“

Am Fraunhofer FHR kennt man sich aus mit Sensorik für Produktion und Industrieanwendungen. Man leistet quasi Pionierarbeit. Nübler: „Wir sind in diesem recht jungen Segment – Hochfrequenztechnologie zur Kontrolle der Produktion einzusetzen – von Anfang an dabei gewesen. Zudem bringen wir die nötige Basistechnologie und viele Jahrzehnte Erfahrung mit. Darum bekommt der Kunde bei uns von der Idee bis zur Nullserie auch alles aus einer Hand.“

Stahl und Kekse

So zum Beispiel auch bei einem deutschen Stahl-Hersteller: Die Anfrage an das FHR kam Anfang 2010 – Ende des selben

Jahres wurde die erste Testanlage installiert, die seitdem kontinuierlich verbessert wird. Inzwischen möchten auch andere Unternehmen diese Technologie in ihrer Fertigung einsetzen. „Meist können wir binnen sechs bis acht Wochen sagen, ob etwas prinzipiell funktioniert. Eine konkrete Machbarkeitsstudie dauert je nach Ausführlichkeit neun bis zwölf Monate. Wir übernehmen bei Bedarf auch die Konzeptionierung des Systems und bauen einen ersten Prototypen. Natürlich begleiten wir den Kunden auch bei der Integration einer Testanlage in seinen Produktionsbetrieb“, so Nübler weiter.

Das ist der Kerngedanke von Fraunhofer: Kostenbewusstes Forschen für die Praxis. Das hauseigene Testlabor verfügt über umfangreiche Ausstattung. Experimentalaufbauten unterschiedlicher Scan-Konzepte können Materialproben von 100 Megahertz bis 2 Terahertz durchleuchten, prüfen und charakterisieren. Das Ganze bei Bedarf auch auf einer Bandstraße bei bis zu einem Meter pro Sekunde Bandgeschwindigkeit. Ergänzend stehen auch ein Terahertzspektrometer sowie weitere Radarsensoren zur Verfügung.

Mittels dieser Technologien können die Wissenschaftler zum Beispiel feststellen, ob die Klebeschicht in einem Verbundwerkstoff dick genug aufgetragen ist. Doch die Hochfrequenzsensorik kann noch mehr. Dirk Nübler erläutert: „Radar könnte Glassplitter in Schokolade finden – oder feststellen, ob in jedem Stück wenigstens eine Mandel steckt. Denkbare wäre es auch, mit Millimeterwellen den Füllstand in Staubsaugerbeuteln zu messen und anzuzeigen. Oder den Reifegrad von Kiwis und Mangos zu bestimmen.“ So würden nur wirklich reife Früchte in Supermärkten ausliegen und die Kunden könnten bedenkenlos zugreifen. Vor einigen Monaten führten Forscher am Fraunhofer FHR entsprechende Testmessungen durch und Dirk Nübler betont: „Die Einsatzmöglichkeiten der Hochfrequenztechnik in und um die Produktion sind gewaltig. Noch wird sie allerdings hinter ihren Möglichkeiten einge-

setzt.“ Dabei gibt es viele Situationen, in denen Röntgen- und vor allem Kamerasysteme scheitern. Beispielsweise wenn sich die Materialien zu ähnlich sind – oder schlicht und ergreifend verpackt.

Bessere Visualisierung für bessere Produkte

„Langfristig möchten wir eine Radarkamera für die industrielle Anwendung entwickeln“, so Nüßler weiter, „Deren Stärke läge darin, dass sie ein tatsächliches 3D-Bild eines Objekts macht.“ Im Gegensatz zu optischen Systemen, die nur die Oberfläche und Form abbilden können, würde diese Radarkamera das Objekt schichtweise aufnehmen und rekonstruieren, ähnlich wie ein 3D-Drucker. „Hätte man einen solchen Sensor in der Produktion, könnte man den Herstellungsprozess hochpräzise und zielgerichtet optimieren. Das kostenintensive Annähern an diesen Zustand fiele weg.“

Zur Ergänzung seines Portfolios arbeitet das Institut derzeit am Aufbau einer Silizium-Germanium-Kompetenz. Ziel ist es, kostengünstige und massenmarktaugliche Hochfrequenz-Schaltungen zu entwerfen. „Ein solches System-on-a-chip ermöglicht es uns, noch stärker auf die preislichen Bedürfnisse unserer Kunden einzugehen“, erklärt Nüßler. Damit folgt das Fraunhofer FHR ganz der Tradition des Namensgebers der Fraunhofer-Gesellschaft: Als Wissenschaftler und Unternehmer hatte Joseph von Fraunhofer nicht nur im Blick, wie es noch besser geht, sondern eben auch preiswerter.



Geschäftsfeldsprecher:

Dipl.-Ing

DIRK NÜßLER

Tel. +49 228 9435-550

dirk.nuessler@fhr.fraunhofer.de



HOHE FREQUENZEN FÜR DIE LEBENSMITTEL- PRODUKTION UND VERARBEITUNG

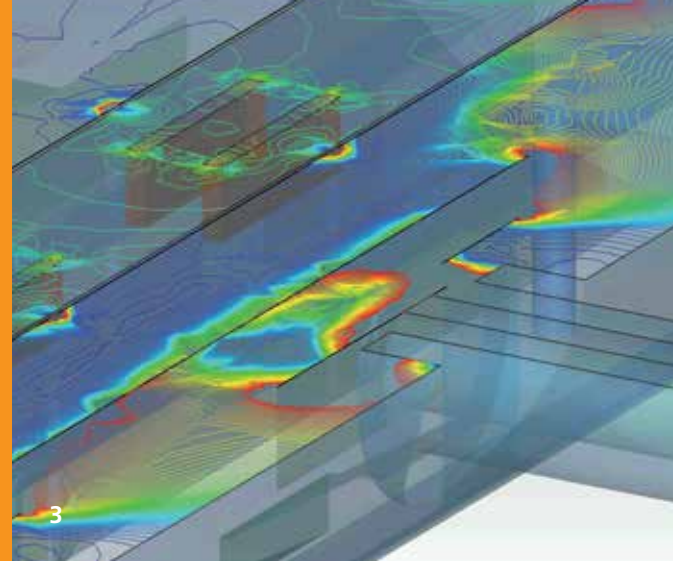
Wie kann eine wachsende Weltbevölkerung mit steigenden Ansprüchen ausreichend und nachhaltig versorgt werden? Das Thema Ernährung und die Lebensmittelproduktion sind globale Schlüsselfragen, auf die wir Antworten geben müssen – auch durch Einsatz von Radar und Hochfrequenztechnik.

Die Sicherung einer zuverlässigen, gesunden und bezahlbaren Versorgung mit Lebensmitteln ist einer der wichtigsten Schlüsselaufgaben für die Zukunft der Gesellschaft. Dabei erfordern der weltweite Klimawandel und die fortschreitende Industrialisierung neue Lösungswege bei der Produktion von Lebensmitteln, die durch den Einsatz von Sensoren und Systemen der Hochfrequenztechnik unterstützt werden.

Lebensmittelproduktion heute

In der modernen Lebensmittelproduktion gibt es die kleinbäuerliche Nebenerwerbslandwirtschaft ebenso wie moderne Großbetriebe. Bei der Produktion von Lebensmitteln steht die Steigerung der Effizienz weiterhin im Fokus. Ziel ist es dabei, mehr Nahrungsmittel auf immer kleiner werdenden Agrarflächen zu erzeugen. Ein wichtiger Schlüssel zur Sicherstellung der Versorgung ist dabei der effiziente Einsatz von Ressourcen wie Wasser, Düngemittel oder Pestizide. Neben der Steigerung der Lebensmittelproduktion stehen hier Fragestellungen wie der Schutz der Umwelt und die Gesundheit der Verbraucher im Vordergrund. Die Bedürfnisse großer landwirtschaftlicher Unternehmen müssen dabei genauso berücksichtigt werden, wie die von Kleinbauern in Entwicklungsländern.

Bei der Produktion von Lebensmitteln stützt sich die Kontrolle heute häufig auf Planzahlen sowie die Überwachung großer Anbaugelände von Satelliten aus. Kleine Flächen, wie sie in der ökologischen Landwirtschaft oder in Schwellenländern üblich sind, können damit nur sehr schwer oder gar nicht erfasst werden. Moderne radargestützte Sensoren bieten dabei die Möglichkeit, große Gebiete mit hoher Ortsauflösung zu überwachen und auch kleinere Areale zu berücksichtigen. Dies erlaubt einen deutlich effizienteren Einsatz von Bewässerung und Düngemitteln. Prognosen über die Ertragslage können verbessert und Gefahren durch Schädlingsbefall besser vorhergesagt werden. Dabei beschränkt sich der Einsatz moderner



Radarsysteme nicht nur auf Satelliten – durch kompakte und leistungsstarke Millimeterwellensensoren finden die Systeme auf kleinen ferngelenkten Flugzeugen Platz. Dadurch können die Kosten für eine Überwachung aus der Luft nachhaltig gesenkt werden und dies ermöglicht den Einsatz in Ländern mit schlecht ausgebauter Infrastruktur.

Lebensmittelverarbeitung und -kontrolle

Neben der ressourcenschonenden Produktion ist die Verarbeitung der Lebensmittel von großer Bedeutung für die Nahrungsmittelindustrie. Durch die Entwicklung neuartiger Erhitzer und den Einsatz von Hochfrequenztechnik können Produkte schneller und schonender erwärmt werden als bisher, auch im industriellen Maßstab. Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV in Freising arbeitet das FHR zurzeit an einer Produktionsanlage für Convenience-Food. Fleisch, Getreide, Frucht- und Gemüseprodukte können damit schonend konserviert werden und bewahren ihren Geschmack und ihre Textur. Mit Hilfe elektromagnetischer Simulationsverfahren wird die Geometrie wichtiger Komponenten der Anlage in Bezug auf die Feldverteilung optimiert, um einen hohen elektrischen Wirkungsgrad zu erzielen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Sicherung der Qualität der produzierten Nahrungsmittel. Hier stehen Fragestellungen wie die Stabilität der Kühlkette, der Reifegrad von Früchten oder die Detektion von Verunreinigungen im Vordergrund. Ein besonderer Aspekt ist dabei die Überwachung der Qualität verpackter Produkte. Bisher erlaubt lediglich die Röntgentechnologie, Produkte zu durchleuchten und auf Verunreinigungen zu prüfen. Durch den Einsatz von Hochfrequenzsystemen wie SAMMI® steht erstmalig eine Alternative zur Verfügung, die ohne ionisierende Strahlung auch verpackte Produkte überwachen kann. Abbildende Hochfrequenzsysteme erschließen somit Bereiche, die bisher aufgrund der notwendigen Sicherheitsmaßnahmen beim Einsatz von Röntgensystemen oder den damit verbundenen Kosten nicht überwacht werden konnten.

1 Bei der Produktion und Verarbeitung frischer Lebensmittel und Convenience Food (hier: Pasta) müssen schonende Verfahren angewandt werden

2 Versuchsanlage am Fraunhofer IVV zur Erhitzung von Lebensmitteln mittels elektromagnetischer Hochfrequenzfelder.

3 Darstellung der simulierten elektrischen Feldverteilung in einer Anlage mit optimierter Geometrie zur effizienten Lebensmittelerhitzung auf Basis elektromagnetischer Hochfrequenzfelder.

Dr.-Ing. Peter Knott
Tel. +49 228 9435-235
Fax +49 228 9435-521
peter.knott@fhr.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Dirk Nüßler
Tel. +49 228 9435-550
Fax +49 228 9435-608
dirk.nuessler@fhr.fraunhofer.de



BLACKVALUE – RECYCLING SCHWARZER KUNSTSTOFFE

Das Recycling von Kunststoffabfällen ist ein wesentlicher Schlüssel für eine ressourcensparende Produktion. Eine besondere Bedeutung kommt dabei Verfahren zu, die in der Lage sind, schwarze Kunststoffe sortenrein zu trennen.

Recycling von Kunststoffen

Beim Recycling von Kunststoffen wird im Wesentlichen zwischen der werkstofflichen Verwertung, der rohstofflichen Verwertung sowie der thermischen Verwertung unterschieden. Aktuell werden ca. 50% der Kunststoffabfälle in Europa verwertet. Die häufigste Verwertungsmethode ist dabei die thermische Verwertung, bei der die Abfälle verbrannt werden, um Energie zu gewinnen. Bei der werkstofflichen Verwertung wird aus dem sogenannten Recyclat wieder ein neues Produkt hergestellt. Die Vielzahl an Kunststoffen sowie die unterschiedlichen Additive wie Farbstoffe, Weichmacher, Flammenschutzmittel oder UV-Blocker erschweren dabei die Verwertung. Aus nicht sortenreinem Recyclat hergestellte Produkte weisen schlechtere Materialeigenschaften auf, als Produkte aus neuen Kunststoffen. Materialerkennende Sortiersysteme für das Kunststoffrecycling müssen somit in der Lage sein, Stoffsorten, unabhängig von verwendeten Additiven, korrekt zu klassifizieren.

Sortiertechnik heute

Die leistungsfähigsten Verfahren bei der Kunststoffsortierung basieren auf Hyperspektralkameras. Bei der Sortierung schwarzer oder sehr dunkler Kunststoffe ist auf Grund des spezifischen Absorptionsverhaltens der Kunststoffe der reflektierte Anteil im sichtbaren als auch im infraroten Wellenlängenbereich jedoch zu gering für eine Klassifizierung. Auch der stärkere Einsatz von Verbundstoffen, bei denen verschiedene Kunststoffe in mehreren Schichten verarbeitet werden, stellt die Qualitätskontrolle vor unlösbare Probleme.

Genau diese Klasse von Kunststoffen wird jedoch in Zukunft eine immer größere Rolle spielen, da insbesondere bei der Wiederverwertung von Automobilen das Recycling schwarzer Kunststoffe ein Schlüsselfaktor für die Einhaltung der vereinbarten EU-Grenzwerte darstellt.



2



3

Um diese Lücke zu schließen, hat die Fraunhofer-Gesellschaft eine strategische Allianz gebildet, bestehend aus den Fraunhofer-Instituten FHR, IAIS und IOSB. Die Forschungsaktivitäten der drei beteiligten Institute werden im Projekt blackValue® zusammengefasst.

Ziele im Projekt blackVALUE®

1. Entwicklung und Aufbau einer multispektralen THz-Zeilenkamera.
2. Entwicklung von neuen Analysealgorithmen zur echtzeitfähigen Datenfusion (THz-Zeilenkamera, RGB- und 3D-Sensorik).
3. Aufbau eines Demonstrators zur sortenreinen Trennung von (insbesondere schwarzen) Kunststoffen, der die neu entwickelte Sensorik und Algorithmik integriert.

Das Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung eines echtzeitfähigen Sensor- und Auswertesystems zur Materialbestimmung von Kunststoffen, vor allem zur Wiederverwertung von kleinfraktioniertem Kunststoff aus Elektroaltgeräten sowie von schwarzen Kunststoffen aus Fahrzeugen.

Systemkonzept

Durch die Kombination einer neuartigen Radarkamera mit herkömmlicher Sensorik (RGB- und/oder 3D-Kameras) ist es möglich, eine vollständige Materialcharakterisierung durchzuführen. Da eine vollspektrale Analyse über einen großen THz-Bereich nicht wirtschaftlich realisierbar ist, werden nur Frequenzbereiche mit einer sehr geringen Bandbreite im unteren THz-Bereich ausgewertet. Diese Einschränkung stellt besondere Anforderungen an die verwendete Auswertelgorithmen: Die Unterscheidungsmerkmale zwischen den verschiedenen Kunststoffen sind in diesem niedrigen Frequenzbereich extrem klein und werden durch die verschiedenen Additive weiter verwischt. Um diesen Bedingungen gerecht zu werden und eine sichere Zuordnung zu erreichen, setzt das IAIS Algorithmen aus dem Bereich des maschinellen Lernens ein. Die Ergebnisse werden anhand einer prototypischen Sortieranlage demonstriert und können potenziellen Kunden präsentiert werden. Am IOSB entsteht dazu eine flexibel einsetzbare Sortieranlage im industriellen Maßstab. Die dabei erzielte sortenreine Trennung bei gleichzeitiger Wirtschaftlichkeit erlaubt erstmalig das Recycling schwarzer Kunststoffe im industriellen Maßstab.

Das Fraunhofer FHR bringt mit Entwicklung der multispektralen THz-Kamera seine Expertise im Bereich der Hochfrequenz-Technologie in das Projekt ein und ist überdies Konsortialführer des Projekts.

1 *Im Projekt blackValue® erforscht Fraunhofer die Sortierung schwarzer Kunststoffe.*

2 *Insbesondere in PKWs kommen viele schwarze Kunststoffe zum Einsatz*

3 *Geschredderter schwarzer Kunststoff.*

*Dipl.-Ing. Dirk Nüßler
Tel. +49 228 9435-550
Fax +49 228 9435-608
dirk.nuessler@
fhr.fraunhofer.de*



1

WIR LEBEN INNOVATION

Damit neue Produkte erfolgreich sein können, muss bereits beim Prototypenbau größte Sorgfalt walten. Die richtige Mischung aus technischem Know-how und modernsten Werkzeugmaschinen lassen bei uns neuartige Ideen Wirklichkeit werden.

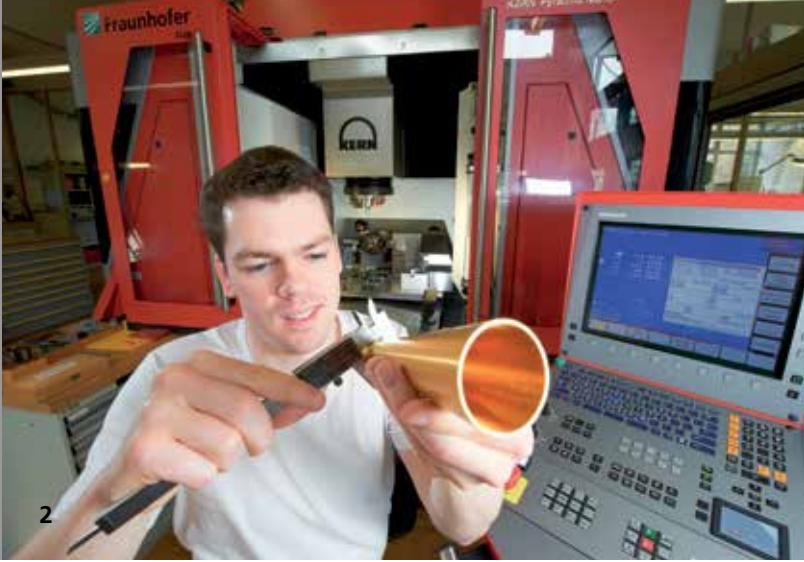
Mit Präzision und Erfahrung

Die FHR-Werkstatt ist die Schnittstelle zwischen neuartigen Ideen und der praktischen Arbeit mit Radargeräten. Vom ersten Entwurf bis zum fertigen Produkt wird ein Projekt durch die Werkstatt begleitet. Von den kleinsten Einbaukomponenten bis hin zum fertigen Gehäuse, wird alles aus einer Hand hergestellt. Durch die Vielzahl der unterschiedlichen Maschinen lassen sich Prototypen in sämtlichen Arten und Formen realisieren. Dabei ist höchste Präzision unser oberstes Gebot. Hochfrequenzkomponenten für Radargeräte werden auf unseren modernsten Fünf-Achs-CNC-Bearbeitungszentren hergestellt. Durch hydrostatisch angetriebene Achsen und einem extrem starren Maschinenbett aus Natur-Hartgestein werden Oberflächen in allerhöchster Güte, vergleichbar mit einem Spiegel, erreicht. Mit einer Achsauflösung von 0,1 μm lassen sich durch die richtige Werkzeugauswahl, die mit einem Laser vermessen werden, höchstpräzise Bauteile fertigen.

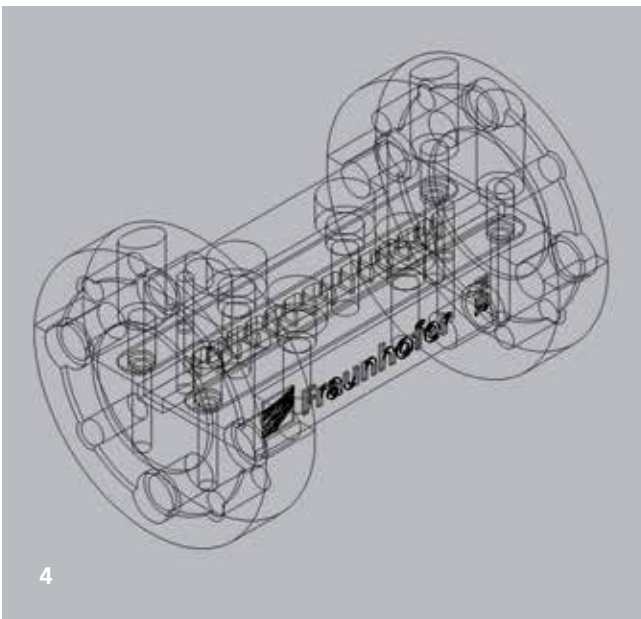
Jedoch reicht nicht nur eine gute Werkzeugmaschine zur Herstellung von hochwertigen Prototypen: Gut ausgebildete und äußerst erfahrene Mitarbeiter garantieren höchste Qualität der Produkte. Durch regelmäßige Fortbildungen und Unterweisungen ist ihr Know-how immer auf dem aktuellen Stand der Technik. Bereits seit 1959 werden in der Werkstatt überaus erfolgreich junge Menschen zum Feinwerkmechaniker ausgebildet, um den Nachwuchs von qualifizierten Mitarbeitern zu gewährleisten. Mehrfach waren unsere Auszubildenden in der Abschlussprüfung Kammerbeste und einmal sogar Bundessieger.

Einzelstücke für den Prototypen

Die Herstellung und Weiterentwicklung von höchstpräzisen Hochfrequenzbauteilen von 92 GHz bis zu 1 THz für die unterschiedlichsten Anwendungen, gehören in der Werkstatt zur täglichen Routine. Handwerkliches Geschick und äußerst viel Feingefühl sind dabei von hoher Bedeutung. Selbst hergestellte Hochfrequenzkomponenten werden mit sehr viel Ausdauer



und höchster Gründlichkeit durch die Hohlleitertechnik zu einem funktionsfähigen Radargerät verbunden. Dabei werden die Hohlleiter durch eigens entworfene und hergestellte Apparate passgenau verbunden. Auch die Oberflächenveredelung, wie Vergolden oder Vernickeln, wird in der FHR-Werkstatt durchgeführt. Sogar HF-Komponenten bei 1 THz werden in Galvanikbädern mit einer hauchdünnen Goldschicht von unter 1 μm überzogen.



Neue technische Herausforderungen erfordern stets kreative Ideen. So musste beim Projekt „SARaband“ ein geometrisch komplexer Volumenkörper aus dem sehr leichten Material Rohacell auf einem CNC-Bearbeitungszentrum gefräst werden. Um auch diesen Körper spannen zu können, wurde ein passgenaues Negativ hergestellt und mit Hilfe eines Vakuums angesaugt. Somit ließen sich feinste Konturen mit höchster Auflösung in ein 3D-Objekt fräsen.

Projekte wie „SAMMI“ oder „SUMATRA“ können durch neue oder weiterentwickelte Bauteile ständig verbessert werden. Der Messedemonstrator „HandRot“ wurde durch sehr gute Zusammenarbeit aus Projektleiter und Werkstatt während der Planungs- und Bauphase kontinuierlich verbessert und so ebenfalls zu einem erfolgreichen Projekt.

- 1 FMCW Feedhörner 94 GHz für Projekt SeLa.
- 2 Maßkontrolle am CNC Fräszentrum.
- 3 Hohlleiterübergang von WM1295 auf WC6.7.
- 4 CAD-Drahtmodell zum Hohlleiterübergang von Bild 3.

Christoph Peschel
 Tel. +49 228 9435-231
 Fax +49 228 9435-232
 christoph.peschel@
 fhr.fraunhofer.de

AUS DEM INSTITUT



Prof. Hatt, Präsident der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste und Laudator Prof. Hartmann, Sekretär der Klasse für Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften mit Preisträger Prof. Pohl (Mitte).

BESONDERE EREIGNISSE 2013

24. Januar 2013

Offizielle Eröffnungsfeier des Anwendungszentrums

Das Anwendungszentrum für multimodale und luftgestützte Sensorik (AMLS) basiert auf einer Kooperation zwischen dem Fraunhofer FHR und dem RheinAhrCampus Remagen der Hochschule Koblenz. Ziel der Arbeiten ist es, auf Basis eines Tragschraubers eine fliegende Sensorplattform zu entwickeln. Das Anwendungszentrum wurde im Audimax des RheinAhrCampus unter Beteiligung der Staatssekretärin für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz, Frau Vera Reiß, dem Präsidenten der Hochschule Koblenz, Herrn Prof. Dr. Kristian Bosselmann-Cyran und dem Institutsleiter des Fraunhofer FHR, Herrn Prof. Dr. Joachim Ender sowie vieler geladener Gäste eröffnet.

1. April 2013

50 Jahre im Dienst der Forschung

Erich Vilz, ehemaliger Leiter der feinmechanischen Werkstatt des FHR, feierte am 1. April 2013 sein 50. Dienstjubiläum. Dr. Alexander Kurz, Vorstand Personal der Fraunhofer-Gesellschaft, und Prof. Ender, Institutsleiter des FHR, gratulierten ihm an seinem langjährigen Arbeitsplatz. Herr Vilz hatte bereits seine Lehre in den Jahren 1963 bis 1966 bei dem Radarforschungsinstitut in Werthhoven gemacht, 1966 folgte die Gesellenprüfung, 1973 die Meisterprüfung als Feinmechaniker. 1983 hatte Erich Vilz die Leitung der feinmechanischen Werkstatt des FHR übernommen und diese bis zu seinem Ausscheiden geführt.

23. April 2013

Absolventenmesse Praxis@Campus, Koblenz

Zahlreiche Studierende der Hochschule Koblenz erstellten bereits Ihre Abschlussarbeiten am FHR und einige davon wurde übernommen. Zur Anwerbung neuer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nahm das FHR mit einem Stand an der Messe Praxis@Campus am Rhein-Ahr-Campus Remagen der Hochschule Koblenz teil.

24. April 2013

Girls' Day

Im Jahr 2013 empfing das Fraunhofer FHR zum 10. Mal technik-interessierte Mädchen. Sie erhielten einen kleinen Einblick in die technischen Tätigkeiten im Institut und besuchten natürlich die „Kugel“.

14.-17. Mai 2013

Control Messe, Stuttgart

Zum dritten Mal nahm das Fraunhofer FHR an der Control (Internationale Fachmesse für Qualitätssicherung) in Stuttgart teil. Auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz Vision wurden die aktuellen Entwicklungen zum Thema „3D-Bildverarbeitung für die industrielle Qualitätssicherung“ vorgestellt.

15. Mai 2013

FHR-Wissenschaftler Prof. Pohl erhält Karl-Arnold-Preis

Prof. Dr.-Ing. Nils Pohl, Abteilungsleiter beim Fraunhofer FHR, ist Preisträger des Karl-Arnold-Preises der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste. Der mit 10000 Euro dotierte Preis wurde ihm am 15.05.2013 im Rahmen der Jahresfeier der Akademie verliehen. Die Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste zeichnete den 33-Jährigen Wissenschaftler für seine Arbeiten im Bereich der Hochfrequenztechnik aus. Seine Forschungsleistungen setzen international neue Maßstäbe für den Stand der Technik, so die Begründung der Jury.

20.-22. Juni 2013

Jahrestreffen der ehemaligen Vorstände und Institutsleiter im Raum Bonn

Das jährliche Treffen der ehemaligen Vorstände und Institutsleiter fand in diesem Jahr im Raum Bonn statt. Bei Besuchen in Sankt Augustin und Wachtberg referierten die Fraunhofer-Institutsleiter über aktuelle Arbeiten ihrer Institute FHR, FIT, FKIE, IAIS, INT und SCAI. Präsident Raimund Neugebauer informierte zusätzlich über Aktuelles aus der Unternehmenspolitik. Beeindruckt zeigten sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer vom Schloß Birlinghoven und dem Weltraumbeobachtungsradar TIRA des FHR.



7. Juni 2013

5. Kuratoriumssitzung des Fraunhofer FHR

Der Fraunhofer-Vorstand Dr. Alexander Kurz ernannte in diesem Jahr drei neue Kuratoriumsmitglieder:

- Prof. Dr. Kristian Bosselmann-Cyran, Präsident der Hochschule Koblenz
- Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes, Leiterin des Lehrstuhles "Hochfrequenzsysteme" an der Ruhr-Universität Bochum
- Winfried Wetjen, Leiter Airborne Systems bei der OHB-System AG in Bremen

19.-21. Juni 2013

International Radar Symposium (IRS), Dresden

Mit mehreren Vorträgen und einem Stand nahm das FHR bei der IRS in Dresden teil.

4. Juli 2013

3. Wachtberg-Forum

Zum dritten Mal lud das Fraunhofer FHR seine Partner und Kunden zum Wachtberg-Forum. Einen ausführlichen Beitrag finden Sie auf der Seite 76.

12.-19. Juli 2013

5th International Summer School on Radar / SAR

International anerkannt und gefragt ist unsere *Summer School* zum Thema Radar. Zum fünften Mal veranstaltete das Fraunhofer FHR diese in Remagen-Rolandseck. 50 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der ganzen Welt trafen sich für eine Woche am Rhein, um von international anerkannten Radarexperten zu lernen. Den ausführlichen Beitrag zur *Summer School* finden Sie auf Seite 78.

16.-19. September 2013

2nd International Workshop on Compressed Sensing applied to Radar (CoSeRa), Bonn

Gemeinsam mit Prof. Rauhut (Lehrstuhl für Mathematik der RWTH Aachen), Prof. Gini (Universität Pisa), veranstalten Prof. Ender und Dr. Weiß zum zweiten Mal einen internationalen Workshop zum Thema "Compressed Sensing applied to Radar". 100 Radarexperten aus der ganzen Welt trafen sich dazu in Bonn. Der nächste CoSeRa-Workshop findet 2015 in Pisa in Italien statt.

17.-19. September 2013

Mitaussteller bei der „Future Security“, Berlin

4. Oktober 2013

STO Scientific Achievement Award für Dietmar Matthes

Für herausragende wissenschaftliche Beiträge in der Verteidigungsforschung der NATO Science & Technology Organization erhielt der FHR-Wissenschaftler Dietmar Matthes den STO Scientific Achievement Award.

27. Oktober 2013

Dr. Beate Wieland (Forschungsministerium NRW) zu Besuch am Fraunhofer FHR

Frau Dr. Beate Wieland (Leiterin der Abteilung Forschung und Technologie im Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW) besuchte mit ihrer Stellvertreterin Frau Dr. Sandra Scheermesser das Fraunhofer FHR im Süden von Nordrhein-Westfalen. Prof. Ender stellte heraus, dass wir mit unserer Forschung helfen können, die Menschen vor Gefahren zu schützen, und Rettungs- und Sicherheitskräfte bei der Erfüllung ihrer Aufgaben zu unterstützen. Im Anschluss an den Rundgang nutzten Frau Dr. Wieland und Frau Dr. Scheermesser die verbliebene Zeit zum Austausch mit den Wissenschaftlern. „Das war ein rundum gelungener Tag“, lobte Frau Dr. Wieland im Abschluss die Veranstaltung.



2



3

6.-11. Oktober 2013

European Microwave Week, Nürnberg

Gemeinsam mit dem Fraunhofer IAF stellte das Fraunhofer FHR auf Europas größter Messe und Konferenz zum Thema Hochfrequenztechnik und Radar in Nürnberg aus.

13. November 2013

Absolventenmesse Unternehmenstag, St. Augustin

Einige qualifizierte Absolventen der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg arbeiten bereits beim Fraunhofer FHR. Um weitere zu finden, stellte das FHR gemeinsam mit den Instituten aus der Region beim Unternehmenstag aus.

27.-28. November 2013

Absolventenkongress Deutschland, Köln

Auf Deutschlands größter Jobmesse auf dem Messegelände Köln stellten die Fraunhofer-Institute FHR, FIT, IAIS und SCAI gemeinsam aus. Zahlreiche qualifizierte Bewerberinnen und Bewerber aus ganz Deutschland stellten sich vor.

3. Dezember 2013

Ehrung für FHR-Institutsleiter: Prof. Dr. Joachim Ender zum IEEE-Fellow ernannt

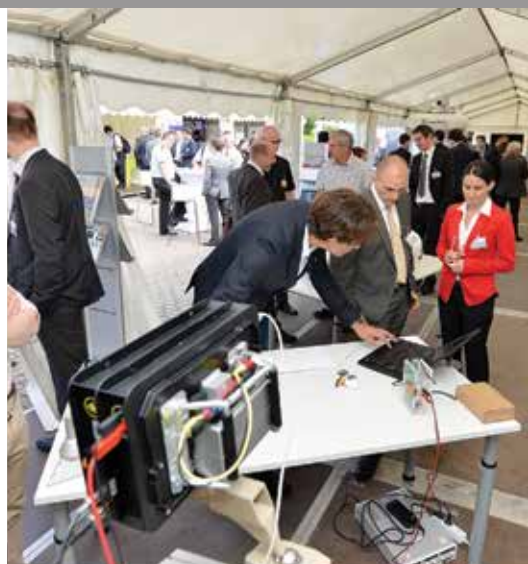
Prof. Ender, Institutsleiter des Fraunhofer FHR, wurde im November 2013 mit der ehrenvollen Auszeichnung eines „IEEE-Fellow“ gewürdigt. Das IEEE mit Sitz in New York City ist der größte technische Berufsverband der Welt. Zum IEEE-Fellow werden jedes Jahr weltweit nur sehr wenige Wissenschaftler ernannt, die sich durch ihre herausragenden Leistungen auf dem Gebiet der Natur- und Ingenieurwissenschaften verdient gemacht haben. Prof. Ender erhielt die Ehrung für seine Beiträge zu den Gebieten „mehrkanales bildgebendes Radar“ und „Array-Signalverarbeitung“.

1 *Fraunhofer-Vorstand Dr. Kurz gratulierte Herrn Vilz zum 50-jährigen Dienstjubiläum.*

2 *NATO Chief Scientist MGen Albert Husniaux überreicht FHR-Wissenschaftler Dietmar Matthes die Auszeichnung "STO Scientific Achievement Award".*

3 *Mariano Pamies und Dr. Peter Knott präsentieren den Demonstrator des neuen Schiffsradars mit elektronisch schwenkbarer Gruppenantenne, das auch kleine Objekte (z. B. Piratenboote) erkennen kann.*

AUS DEM INSTITUT



WACHTBERG-FORUM 2013

Am 4. Juli 2013 fand das 3. Wachtberg-Forum des Fraunhofer FHR statt. Rund 100 Gäste folgten der Einladung und informierten sich über die Forschungsaktivitäten des Instituts. Wie auch im vorigen Jahr wurde die Veranstaltung durch eine Ausstellung der aktuellen Projekte begleitet. Highlight war die eröffnende Podiumsdiskussion sowie die Vorführung des kompakten Radargeräts MIRA-CLE Ka. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch bestes Sommerwetter.

Institutsleiter Prof. Dr. Joachim Ender begrüßte die Besucher, ehe er mit einem Impulsvortrag die anschließende Podiumsdiskussion eröffnete. Das Thema lautete „Kognitives Radar – Können Radare denken?“ An der Expertenrunde nahmen teil Dr. Heinz-Peter Feldle von *Airbus Space and Defence* (ehemals Cassidian), Frank Aldekamp vom Bundesministerium der Verteidigung, Prof. Dr. Otmar Loffeld von der Universität Siegen sowie Prof. Dr. Joachim Ender.

Prof. Ender stellte seine Vision eines kognitiven Radars vor, das durch Datenspeicherung „eine Art Gedächtnis erwirbt und somit auch auf Basis von Erfahrung Entscheidungen treffen kann. Beispielsweise, indem es das ausgesendete Signal an das Radarobjekt anpasst, um ein besseres Ergebnis zu erhalten.“ Die Diskussion erfuhr enormen Auftrieb, als Prof. Loffeld anmerkte, dass die Fähigkeit zu zweifeln das wesentlichste Kriterium für Intelligenz sei – und man wohl kaum ein zweifelndes Radar haben wolle. Zu diesem Punkt hatten die Teilnehmer jedoch sehr unterschiedliche Sichtweisen. Einige waren sie sich jedoch darin, dass man gemeinsam mit dem FHR die Erforschung und Entwicklung eines solchen adaptiven Systems vorantreiben wolle.

In den darauffolgenden Fachvorträgen erläuterten die FHR-Wissenschaftler ihre jüngsten Forschungsergebnisse. Zum Beispiel präsentierte Dr. Jens Klare das System MIRA-CLE Ka, welches auch überaus langsame Bewegungen im Millimeterbereich detektieren und abbilden kann: Ideal zur Überwachung von drohenden Hangabrutschungen in Bergbaugeländen oder instabilen Trümmerstrukturen in Katastrophengebieten. Dazu wurde eine 3 mal 3 Meter große Wand in vier Minuten um zwei Zentimeter gekippt. Aus ca.

20 Metern Entfernung konnte das neue Radar in Echtzeit die Verkippung sichtbar machen.

An den Ausstellungsständen herrschte ebenfalls reger Andrang. Vorgestellt wurden rund 20 Projekte aus den Bereichen Umwelt, Energie, Sicherheit, Weltraum, Verkehr und industrielle Qualitätskontrolle. Neben Postern wurden aber auch einige Experimentalsysteme ausgestellt, wie beispielsweise SUMATRA (Miniaturisiertes SAR für Kleinflugzeuge) sowie das institutseigene Ultraleicht-Flugzeug Delphin. Ebenfalls vertreten waren auch das Anwendungszentrum für multimodale und luftgestützte Sensorik (AMLS) gemeinsam mit der Hochschule Koblenz sowie das Zentrum für Sensorsysteme (ZESS) der Universität Siegen.

Das AMLS, eine Kooperation von Fraunhofer FHR und dem RheinAhrCampus der Hochschule Koblenz, stellte seinen Tragschrauber als Trägerplattform für neuartige hyperspektrale Sensorik sowie erste Testergebnisse der Fernerkundung vor. Das ZESS präsentierte sein Projekt „Hitchhiker“: Ziel ist die Entwicklung eines passiven hochauflösenden Empfangsgerät für bistatische Experimente mit dem deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X.

Das nächste Wachtberg-Forum findet am 26. Juni 2014 statt.

Fundierte Fachvorträge, zahlreiche Ausstellungsstücke und bestes Wetter machten das 3. Wachtberg-Forum erneut zu einer erfolgreichen Veranstaltung.

*Interne und externe
Kommunikation
Dipl.-Volksw. Jens Fiege
Tel. +49 228 9435-323
Fax +49 228 9435-627
jens.fiege@
fhr.fraunhofer.de*

AUS DEM INSTITUT



5TH SUMMMER SCHOOL ON RADAR/SAR

Bereits zum fünften Mal veranstaltete das Fraunhofer FHR unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Joachim Ender die International Summer School on Radar/SAR in Remagen bei Bonn. Anlässlich des Jubiläums besuchte der Remagener Bürgermeister Herbert Georgi die Veranstaltung.

Mittlerweile ist auch Remagen in der weltweiten Gemeinschaft der Radarwissenschaftler ein Begriff: Denn hier findet seit fünf Jahren unter der Schirmherrschaft von Professor Ender und der Organisation von Dr. Weiß die „internationale Sommerschule“ zur Radarwissenschaft statt. Jedes Jahr kommen 50 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, in der Regel Doktoranden, aus der ganzen Welt und unterschiedlichen Disziplinen an den Rhein, um von international anerkannten Radarexperten zu lernen.

Zur Förderung der Radarwissenschaften und zur Nachwuchsgewinnung veranstaltet das FHR seit 2009 die „Sommerschule“ zum Thema Radar. Es gelten strenge Auswahlkriterien: Aus meist über 100 Bewerbungen werden die 40 bis 50 Besten ausgewählt. 2013 kamen die Teilnehmer aus den Ländern Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Italien, Japan, Malaysia, Niederlande, Polen, Rumänien, Spanien, Südafrika, Tschechien und Türkei.

Wie jedes Jahr konnten die Teilnehmer ihr frisch erworbenes Wissen aus den Vorlesungen in beliebten Workshops sofort anwenden und damit festigen. Themen der Seminare waren beispielsweise Grundlagen der Radar- und SAR-Technologie, Einführung in bistatische Radarverfahren und SAR-Interferometrie sowie Basiswissen in Antennentechnologie und Algorithmik.

Daneben kamen auch Kultur und Freizeit nicht zu kurz: Eine Tagestour nach Köln, selbstverständlich mit Besuch des Doms, stand ebenso auf dem Programm wie eine Fahrradtour durch das Rheintal. Die Besichtigung des Fraunhofer FHR und seiner Labore durfte natürlich ebenfalls nicht fehlen.

Getreu dem Motto „Learning and Enjoying“ besuchten 50 junge internationale Wissenschaftler die 5. Summer School des Fraunhofer FHRs.

Neben Herrn Prof. Ender (Leiter des Fraunhofer FHR) trugen folgende Dozenten vor: Dr. P. Rosen (JPL / USA), Prof. Pierfrancesco Lombardo (Universität Rom / Italien), Prof. Alexander Yarovoy (Delft Technical University / Niederlande), Dr. Christoph Gierull (DRCD / Kanada), Dr. G. Fornaro (IREA, Italien), Prof. M. Lesturgie (ONERA / Frankreich), Prof. Dirk Heberling (RWTH Aachen) und Dr. Matthias Weiß (Fraunhofer FHR).

International SummerSchool
on Radar / SAR

4. - 11. Juli 2014
Bonn, Germany

10. - 17. Juli 2015
Bonn, Germany

www.RadarSummerSchool.Fraunhofer.de

weitere Informationen

Dr.-Ing. Matthias Weiß
Tel. +49 228 9435-267
Fax +49 228 9435-627
matthias.weiss@
fhr.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-VERBÜNDE

VERBUND VERTEIDIGUNGS- UND SICHERHEITSFORSCHUNG

Der Fraunhofer-Verbund Verteidigung und Sicherheitsforschung wurde 2002 unter dem Vorsitz von Prof. Dr. Klaus Thoma gegründet. Das Gesamtbudget der Institute des Verbundes beträgt jährlich ca. 250 Mio Euro. Insgesamt über 2500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind in den zehn Verbundsinstituten tätig.

Der Verbund hat sich die folgenden zwei Punkte zum Ziel gesetzt:

- Die Erforschung und Entwicklung technischer Lösungen und Systeme zum Schutz des Lebens und zur Sicherung von Infrastrukturen
- Forschung für staatliche Sicherheitsvorsorge im Verteidigungsbereich

Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) verpflichtet, hat sich der Verbund inzwischen als treibende Kraft im ganzen Verteidigungs- und Sicherheitsbereich durchgesetzt. Auch auf europäischer Ebene verkörpert der Verbund einen der Hauptakteure und ermöglicht eine intensive Vernetzung mit vielversprechenden gemeinschaftlichen Forschungsaktivitäten. Mit Pioniergeist und durch herausragende Leistungen trägt die Fraunhofer-Gesellschaft wesentlich zur künftigen strategischen Ausrichtung des europäischen Sicherheits- und Verteidigungsforschungsprogramms bei.

Die zehn Mitgliedsinstitute des Verbunds schaffen intelligente und umfassende Lösungen zum besseren Schutz der Gesellschaft gegen Bedrohungen - seien sie von Mensch oder Natur verursacht. Als Exzellenzzentrum für die Sicherheit von Infrastrukturen, für den Schutz der Menschen, für Krisenmanagement und Überwachung entwickelt der Verbund Spit-

zentechnologie und anspruchsvolle Konzepte, die gleichzeitig sowohl auf zivile Sicherheit als auch auf Verteidigung abzielen.

Mitglieder

Fraunhofer-Institute für

- Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut EMI
- Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR
- Kommunikation, Informationsverarb.und Ergonomie FKIE
- Angewandte Festkörperphysik IAF
- Chemische Technologie ICT
- Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT
- Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
- Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI (Gast)
- Integrierte Schaltungen IIS (Gast)
- System- und Innovationsforschung ISI (Gast)

Leiter Geschäftsstelle

Daniel Hiller

Tel.: +49 761 2714-488

daniel.hiller@

emi.fraunhofer.de

www.vvs.fraunhofer.de

VERBUND MIKROELEKTRONIK

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (V μ E) koordiniert seit 1996 die Aktivitäten der auf den Gebieten Mikroelektronik und Mikrointegration tätigen Fraunhofer-Institute: Das sind elf Institute (und vier Gastinstitute) mit ca. 3000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Das jährliche Budget beträgt etwa 307 Millionen Euro.

Die Aufgaben des Fraunhofer V μ E bestehen im frühzeitigen Erkennen neuer Trends und deren Berücksichtigung bei der strategischen Weiterentwicklung der Verbundinstitute. Dazu kommen das gemeinsame Marketing und die Öffentlichkeitsarbeit.

Weitere Arbeitsfelder sind die Entwicklung gemeinsamer Themenschwerpunkte und Projekte. So kann der Verbund insbesondere innovativen mittelständischen Unternehmen rechtzeitig zukunftsweisende Forschung und anwendungsorientierte Entwicklungen anbieten und damit entscheidend zu deren Wettbewerbsfähigkeit beitragen. Die Kernkompetenzen der Mitgliedsinstitute werden in seinen Geschäftsfeldern gebündelt.

Die Aktivitäten der Verbundinstitute unterteilen sich in drei Querschnittsgeschäftsfelder und vier anwendungsorientierte Geschäftsfelder.

Querschnittsgeschäftsfelder

- Technology - from CMOS to Smart System Integration
- Communication Technologies
- Safety & Security

Anwendungsorientierte Geschäftsfelder

- Ambient Assisted Living & Health // Smart Living
- Energy Efficiency

Mitglieder

Fraunhofer-Institut bzw. -Einrichtung für

- Modulare Festkörper-Technologien EMFT
- Elektronische Nanosysteme ENAS
- Systeme der Kommunikationstechnik ESK (Gast)
- Offene Kommunikationssysteme FOKUS (Gast)
- Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR
- Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI
- Angewandte Festkörperphysik IAF
- Digitale Medientechnologie IDMT (Gast)
- Integrierte Schaltungen IIS
- Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
- Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS
- Photonische Mikrosysteme IPMS
- Siliziumtechnologie ISIT
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP (Gast)
- Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM

Leiter Geschäftsstelle

Dr.-Ing. Joachim Pelka

Tel.: +49 30 688 3759-6100

joachim.pelka@mikroelektronik.fraunhofer.de

www.vue.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-ALLIANZ

ALLIANZ VISION

Die Fraunhofer-Allianz Vision bündelt das Know-how der Fraunhofer-Institute im Bereich des maschinellen Sehens, der Bildverarbeitung und der optischen Mess- und Prüftechnik. Die Kooperation im Netzwerk ermöglicht, Markterfordernisse frühzeitig zu erkennen und technologische Herausforderungen gemeinsam anzugehen.

Mit der klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung wird die gemeinsame Zielsetzung verfolgt, neue Entwicklungen unter industriellen Bedingungen einsetzbar zu machen. Als bildgebende Sensoren kommen sowohl Standardkameras oder Speziallösungen als auch Infrarotkameras oder Röntgensensoren zum Einsatz. Auf Wunsch werden Komplettlösungen einschließlich aller Handhabungskomponenten bereit gestellt. Ein enges Beziehungsnetz zu Vision Partnern aus Industrie und Wissenschaft ergänzt die Möglichkeiten.

Daneben konzipiert und organisiert Fraunhofer Vision regelmäßig Technologiekongresse und Praxis-Seminare zu aktuellen Themenschwerpunkten sowie verbindende Marketing- und PR-Maßnahmen wie gemeinsame Messeauftritte oder Fachveröffentlichungen.

Die zentrale Geschäftsstelle der Fraunhofer-Allianz Vision in Erlangen ist die sichtbare Vertretung im Außenraum und dient potenziellen Interessenten und Kunden in allen Fragen als erste Anlaufstelle.

Mitglieder

Fraunhofer-Institut für

- Angewandte Festkörperphysik IAF
- Angewandte Optik und Feinmechanik IOF
- Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR
- Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut WKI
- Integrierte Schaltungen IIS
- Analyse- und Informationssysteme IAIS
- Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
- Physikalische Messtechnik IPM
- Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- Produktionstechnologie IPT
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
- Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

*Leiter Geschäftsstelle
Dipl.-Ing.
Michael Sackewitz
Tel.: +49 9131 776-5800
vision@fraunhofer.de
www.vision.fraunhofer.de*

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

ÜBERBLICK

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 selbstständige Forschungseinrichtungen. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro. Davon fallen 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 Niederlassungen sorgen für Kontakt 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.

Präsident

Prof. Dr.-Ing. habil.

Reimund Neugebauer

Telefon: +49 89 1205-0

info@zv.fraunhofer.de

www.fraunhofer.de

AUSBILDUNG UND LEHRE

Vorlesungen

- | | | |
|--|--|---|
| Bertuch, T.: „Antennen und Wellenausbreitung“, FH Aachen | Vorlesung und Übungen “, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, SS 2013 | Pohl, N.: „Integrierte Digitalschaltungen“, Ruhr-Universität Bochum, SS 2013 |
| Caris, M.: „ Measuring Techniques, Praktikum“, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg (Rheinbach) | Knott, P.: „Antenna Engineering“, RWTH Aachen | Pohl, N.: „Integrierte Hochfrequenzschaltungen für die Mess- und Kommunikationstechnik“, Ruhr-Universität Bochum, WS 2013/2014 |
| Cerutti-Maori, D.: „Signal Processing for Radar and Imaging Radar“, RWTH Aachen | Lorenz, F.P.: „Physics“, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Rheinbach, SS 2013 | Stanko, S.: „Atomic and molecular physics“, WS 2013/2014, Hochschule Koblenz/RheinAhrCampus |
| Danklmayer, A.: „Aerospace Remote Sensing“, TU Chemnitz | Lorenz, F.P.: „Measuring Techniques“, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Rheinbach, WS 2013/2014 | Stanko, S.: „Physics of sensors“, SS2013, Hochschule Koblenz/ RheinAhrCampus |
| Demming, M.: „Non Destructive Testing of Wood Materials“, Hochschule Ostwestfalen-Lippe | Maresch, A.: „Mathematik für Betriebswirte“, WS 2012/2013, Technische Hochschule Mittelhessen | Stanko, S.: „Physikalische Grundlagen“, WS 2012/2013, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg (Rheinbach) |
| Ender, J.: „Aerospace Radar, Vorlesung und Übungen“, Universität Siegen, Siegen, WS 2013/2014 | Maresch, A.: „Operations Research“, SS 2013, Technische Hochschule Mittelhessen | Stanko, S.: „Ultrasonic imaging“, WS 2013/2014, Hochschule Koblenz/ RheinAhrCampus |
| Ender, J.: „Radar-Verfahren und -Signalverarbeitung, | Maresch, A.: „Operations Research“, WS 2012/2013, Technische Hochschule Mittelhessen | |

Promotionen

González-Huici, M.: „Accurate Ground Penetrating Radar Numerical Modeling for Automatic Detection and Recognition of Antipersonnel Landmines“, Math.-Naturwiss. Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelm Universität, Bonn, Dr. rer. nat.

Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten

Bendel, H.: „Erwartungen an Innovationen und Branchenkommunikation des Fraunhofer FHR“, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Master of Science

Bischoff, M.: „Entwicklung einer Low-Cost Lösung zur Signalauswertung eines mobilen Radarsystems zur Scharfschützendetektion“, Hochschule Koblenz, Bachelor of Engineering

Boelhouwer, W.: „Tuneable LCP Leaky-Wave-Antenna based on Foreshortened NRD Waveguide“, TU Delft, Master

El Grabza, R.: „Die Entwicklung einer geeigneten Labview Software Aufbau des Messplatzes und die Durchführung von ersten Testmessungen“, RheinAhrCampus Remagen, Bachelor of Science

Imberg, P.: „Entwicklung und Aufbau einer Schaltmatrix für ein Radar-Zeilenkamerasystem bei

94 GHz“, Ruhr-Universität Bochum, Bachelor of Science

Klößner, C.: „Entwurf eines Reflected Power Canceller“, Hochschule Koblenz, Bachelor of Science

Küls, J.: „Entwurf, Aufbau und Verifikation eines Messplatzes zur Analyse und Charakterisierung von Materialien mittels zeitaufgelöster Terahertz-Spektroskopie“, RheinAhrCampus Remagen, Bachelor of Science

Lambert, O.: „Design, Optimierung und Aufbau eines hochintegrierten 1000 W Sendemoduls im L-Band für Phased Array Applikationen“, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Bachelor

Laubach, M.: „Modellierung und Simulation der mechanisch drehbaren Parabolantenne eines Hochleistungs-Zielverfolgungsraders zur Weltraumbeobachtung“, Fachhochschule Koblenz, Master

Leuchs, S.: „Entwicklung, Aufbau und Evaluierung einer Softwareumgebung zur Ansteuerung und Auswertung eines Radar-Sensormoduls zur Materialanalyse bei 30 GHz“, RheinAhrCampus Remagen, Bachelor of Science

Leuck, S.: „Hard- und Softwaredesign einer PIC32 Entwicklungsplattform“, Hochschule Trier, Bachelor of Science

Pickartz, S.: „Higher order wedge diffraction problems in high frequency asymptotic numerical methods“, Bergische Universität Wuppertal, Master

Dozententätigkeiten bei Fachseminaren und Beratungsveranstaltungen

Bartsch, G.: „Per aspera ad astra - „Recognized Space Picture“ oder gar „Space Situational Awareness“?“, DGLR-Fachausschuss 2.5 „Sicherheit und Verteidigung“, 30.4.2013

der Uni Hamburg, 22.5.2013

Caris, M.: „Millimeterwellen- und THz-Warnsensoren“, CCG-Seminar SE 3.11, Warnsensoren und Gegenmaßnahmen, 22.5.2013

Bartsch, G.: „Perspektiven der Weltraumaufklärung mittels Radar“, 4. Expertentreffen „Weltraumlagezentrum“, 12.9.2013

Patzelt, T.: „Space Reconnaissance by Means of Radar“, Fundamentals of Space Situational Awareness 2013, Führungsakademie der Bundeswehr Clausewitz-Kaserne Hamburg, 7.10.-18.10.2013

Bartsch, G.: „SSA - From Building Blocks to Operational Systems“, Sonderlehrgang an der Führungsakademie der Bundeswehr für das Personal des Weltraumlagezentrums, 17.10.2013

Rosebrock, J.: „Techniques for Radar Based Imaging of Satellites“, Fundamentals of Space Situational Awareness 2013, Führungsakademie der Bundeswehr Clausewitz-Kaserne Hamburg, 7.10.-18.10.2013

Bartsch, G.: „SSA - Space Situational Awareness / Überwachung und Aufklärung des Weltraums zur Erzeugung eines Lagebildes für SSA“, Kolloquium des Instituts für Friedensforschung und Sicherheitspolitik (IFSH) und des Zentrums für Naturwissenschaft und Friedensforschung (ZNF) an



VERÖFFENTLICHUNGEN

Veröffentlichungen in referierten wissenschaftlichen Zeitschriften

Brendendiek, C.; Pohl, N.; Jaeschke, T.; Thomas, S.; Aufinger, K.; Bilgic, A.: „A 24 GHz wideband monostatic FMCW radar system based on a single-channel SiGe bipolar transceiver chip“, *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*, vol. 5, pp. 309-317, June 2013

Cerutti-Maori, D.; Sikaneta, I.: „A Generalization of DPCA Processing for Multichannel SAR/GMTI Radars“, *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions*, Vol. 51, No. 1, pp. 560-572, January 2013

Gierull, C.H.; Sikaneta, I.; Cerutti-Maori, D.: „Two-Step Detector for RADARSAT-2's Experimental GMTI Mode“, *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions*, Vol. 51, No. 1, pp. 436-454, January 2013

Gonzalez-Huici, M.; Giovanneschi, F.: „A combined strategy for landmine detection and identification using synthetic GPR responses“, *Journal of Applied Geophysics*, Volume 99, December 2013, pp.154-165

Knott, P.: „Design of a Printed Dipole Antenna Array for a Passive Radar System“, *International Journal of Antennas and Propagation*, No. 5 (179296): 6, May 2013

Kuschel, H.; Heckenbach, J.; Schell, J.: „Deployable Multiband Passive/Active Radar for Air Defence (DM-PAR)“, *IEEE AES Magazine*, Vol. 28, No. 9, pp. 37-45

Pamies, M.; Bertuch, T.: „Maritime navigation radar with active electronically steered array antenna“, *European Journal of Navigation*, Vol. 11, No. 2, August 2013

Pohl, N.; Knapp, H.; Brendendiek, C.; Lachner, R.: „Next Generation Integrated SiGe mm-Wave Circuits for Automotive Radar Sensor“, *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*, vol.5, Feb. 2013, pp 43-48

Schiller, J.; Rosenbach, K.: „Comparing classifier effectiveness“, *Radar Automatic Target Recognition (ATR) and Non-Cooperative Target Recognition (NCTR)*, *Radar, Sonar and Navigation*, Vol. 33, No. 6, pp. 157-175

Traboulsi, S.; Frascolla, V.; Pohl, N.; Hausner, J.; Bilgic, A.: „Energy-Efficient Hardware Architectures for the Packet Data Convergence Protocol in LTE-Advanced Mobile Terminals“, *Journal of VLSI Design*, Volume 2013, Article ID 369627

Konferenzbeiträge

Baer, C.; Mertmann, P.; Pohl, N.; Musch, T.: „A Measuring Method for the Mass Flow Determination in a Pneumatic Conveying System“, IEEE SENSORS 2013 Conference, Baltimore, Maryland, USA, November 2013

Bartsch, G.: „Möglichkeiten und Grenzen der Weltraum-aufklärung mit Radar“, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, Stuttgart, Germany

Bertuch, T.; Maci, S.; Boust, F.; Martel, C.; Martinaud, J.-P.; Douset, T.: „Experimental Investigation of EBG Surface Performance for Suppression of Undesired Waves on Phased Array Antennas“, International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA 2013), Turin, Italy

Biallawons, O.; Klare, J.; Saalman, O.: „Technical realization of the MIMO radar MIRA-CLE Ka“, EURAD 2013, Nuremberg, Germany

Bredendiek, C.; Pohl, N.; Jaeschke, T.; Aufinger, K.; Bilgic, A.: „A 240 GHz Single-Chip Radar Transceiver in a SiGe Bipolar Technology with On-Chip Antennas and Ultra-Wide Tuning Range“, 2013 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium (RFIC), Seattle, Washington, USA

Brenner, A.: „Improved radar imaging by centimeter resolution capabilities of the airborne SAR sensor PAMIR“, IRS - International Radar Symposium 2013, Dresden, Germany

Brisken, S.; Worms, J.: „New Methods in ISAR Motion Error Analysis“, 2013 IEEE Radar Conference, Ottawa, Canada

Caris, M.: „SARape – Synthetic Aperture Radar for all weather penetrating UAV application“, Common CapTech IAP01/02 Workshop, Brussels, Belgium

Caris, M.: „SARape – Synthetic Aperture Radar for all weather penetrating UAV ap-

plication“, DWT - Unmanned Vehicles IV, Bad Godesberg, Germany

Caris, M.: „SARape – Synthetic Aperture Radar for all weather penetrating UAV application“, IRS - International Radar Symposium 2013, Dresden, Germany

Caris, M.: „SARape – Synthetic Aperture Radar for all weather penetrating UAV application“, Research & Technology Conference 2013: Critical Defence Technologies, Athen, Greece

Caris, M.; Stanko, S.: „Millimeter Wave SAR for UAV-based Remote Sensing“, UAV-based Remote Sensing Methods for Monitoring Vegetation, Cologne, Germany

Cristallini, D.: „First results on bistatic MTI activity at Fraunhofer FHR“, 2013 International Conference on Radar, Adelaide, Australia

Danklmayer, A.; Brehm, T.; Biegel, G.; Förster, J.: „Multi-frequency propagation measurements over a

horizontal path above the sea surface in the Baltic Sea“, 7th European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2013, Gothenburg, Sweden

Demming, M.; Brauns, R.; Gütgemann, S.; Heinen, S.; Nüßler, D.; Lütz, T. (HS Bonn-Rhein-Sieg, St. Augustin): „Materialanalyse mit SAMMI-Anwendungen und Möglichkeiten“, DGZfP Jahrestagung 2013, Dresden, Germany

Demming, M.; Hilger, T.; Solbrig, K. (HS Ostwestfalen-Lippe FB7, Lemgo); Frühwald, K. (HS Ostwestfalen-Lippe FB7, Lemgo): „Grundlegende Untersuchung zur Anwendung der Millimeterwellen- und Terahertz-Technologie an Holz und Holzwerkstoffen“, DGZfP Jahrestagung 2013, Dresden, Germany

Demming, M.; Nüßler, D.; Krebs, C.; Klimek, J.: „Characterisation of Materials in the millimeter wave frequency region for industrial applications“,

International Conference for Optical Characterization of Materials, Karlsruhe, Germany

El-Arnauti, G.; Klare, J.; Saalman, O.: „Up-converter design and transmit path characterization for MIRA-CLE Ka“, EURAD 2013, Nuremberg, Germany

Ender, J.: „A Compressive Sensing Approach to the Fusion of PCL and PET Sensors“, SET-187 Specialists Meeting on Passive Radar Szczecin, Poland, May 2013

Ender, J.: „A brief Review on Compressive Sensing Applied to Radar“, IRS Dresden, June 2013

Ender, J.: „A Compressive Sensing approach to the Fusion of PCL Sensors“, EUSIPCO, Marrakech, 10 September 2013

Giovanneschi, F.; Gonzalez-Huici, M.; Uschkerat, U.: „A parametric analysis of time and frequency domain GPR scattering signatures from buried landmine like targets“,

SPIE 2013, Baltimore, Maryland, USA

Gracheva, V.; Cerutti-Maori, D.: „First Results of Maritime MTI with PAMIR Multichannel Data“, 2013 IEEE Radar Conference, Ottawa, Canada

Hägelen, M.: „Estimation of Moving Target Parameters using Compressive Sensing Methods“, 2nd Int. Workshop on Compressive Sensing applied to Radar (CoSeRa 2013), Bonn, Germany

Hägelen, M.: „Estimation of Moving Target Parameters using Compressive Sensing Methods“, 10th European Radar Conference (EuRAD 2013), Nuremberg, Germany

Hasenaecker, G.; Pohl, N.; Musch, T.: „Frequency Synthesis for High Precision Wideband Millimeter Wave Radar Systems Using a SiGe Bipolar Chip“, 2013 IEEE International Microwave Symposium (IMS), Seattle, Washington, USA

Hasenaecker, G.; van Del-den, M.; Pohl, N.; Aufinger, K.; Musch, T.: „A 57 GHz Programmable Frequency Divider for Fractional Frequency Synthesizers“, 2013 IEEE Bipolar/BiCMOS Circuits and Technology Meeting, Bordeaux, France

Haumtratz, T.; Lindenmeier, S.; Schiller, J.: „Classification experiments for the investigation of bistatic radar on base of turntable measurements“, Signal Processing Symposium SPS-2013, Jachranka, Poland

Jaeschke, T.; Bredendiek, C.; Pohl, N.: „A 240 GHz Ultra-Wideband FMCW Radar System with On-Chip Antennas for High Resolution Radar Imaging“, 2013 IEEE International Microwave Symposium (IMS), Seattle, Washington, USA

Jaeschke, T.; Bredendiek, C.; Pohl, N.: „SiGe based Wideband mm-Wave Imaging Systems for Security and Quality Assurance Applications“, International THz Conference, Villach, Austria

Klare, J.; Saalman, O.; Biallawons, O.: „First imaging and change detection results of the MIMO radar MIRA-CLE Ka“, IRS - International Radar Symposium 2013, Dresden, Germany

Klare, J.; Saalman, O.; Biallawons, O.: „The MIMO radar MIRA-CLE Ka“, Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers, Pacific Grove, California, USA, November 2013

Knott, P.; Löcker, C.; Algermissen, S.; Sekora, R.: „Vibration Control and Structure Integration of Antennas on Aircraft - Research in NATO SET-131“, European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Gothenburg, Sweden, April 2013

Kuschel, H.: „Approaching 80 years of passive radar“, International Radar Conference, Adelaide, Australia, 2013

Letsch, K.; Leushacke, L.; Rosebrock, J.; Krag, H.; Keller, R.: „Validation of Revised

Multibeam Estimation Algorithms with Data from TIRA/Effelsberg Bistatic Beampark Experiments", 6th European Conference on Space Debris, Darmstadt, Germany

Löcker, C.; Herbertz, K.; Bertuch, T.; Crépin, T.; Boust, F.; Rodriguez, P.; Beruete, M.; Falcone, F.; Martinaud, J.-P.; Dousset, T.; Marcotegui, J. A.: „Metamaterial Enhanced Phased-Array Antenna", International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA 2013), Turin, Italy

Loecker, C.; Herbertz, K.; Galvis Salzburg, C.; Bertuch, T.; Crépin, T.; Martel, C.; Boust, F.; Rodriguez, P.; Beruete, M.; Falcone, F.; Martinaud, J. P.; Dousset, T.; Marcotegui, J. A.: „Metamaterial Enhanced Phased-Array Antenna", International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications, Turin, Italy

Matthes, D.: „Critical Aspects and Countermeasures to Passive Radar", NATO

SET-187 Specialists Meeting, Szczecin, Poland

Mendez-Rial, R.; Uschkerat, U.; Rial-Villar, F.; Gonzalez-Huici, M.: „Evaluation of landmine detection performance applying two different algorithms to GPR field data", SPIE Defence, Security, and Sensing 2013, Baltimore, Maryland, USA

Nüßler, D.; Heinen, S.; Sprenger, T.; Hübsch, D. (Hübner); Würschmidt, T. (Hübner): „T-SENSE a millimeter wave scanner for letters", SPIE Security + Defence 2013, Dresden, Germany

Palm, S.; Maresch, A.; Stilla, U.: „Investigation on circular Mapping by FMCW-SAR on small airplanes", International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, SPRS, Workshop, Hannover, Germany

Pohl, N.; Jaeschke, T.; Scherr, S.; Ayhan, S.; Pauli, M.; Zwick, T.; Musch, T.: „Radar Measurements with Micrometer Accuracy and

Nanometer Stability Using an Ultra-Wideband 80 GHz Radar System", IEEE Topical Meeting on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiS-Net), Austin, Texas, USA

Pohl, N.; Jaeschke, T.; Vogt, M.: „VCO-Based Frequency Synthesis in SiGe for mm-Wave Radar Systems", IRS - International Radar Symposium 2013, Dresden, Germany

Prisco, G.; Vinetti, P.; D'Urso, M.; Berizzi, F.; Isernia, T.; Rocca, P.; Schirinzi, G.; Prünke, L.; Montel Sanchez, I.: „Radar Implementation of Compressive Sensing: RICS Project Overview", CoSeRa 2013, Bonn, Germany

Prünke, L.: „GMTI from multichannel SAR images using compressed sensing under off-grid conditions", IRS - International Radar Symposium 2013, Dresden, Germany

Prünke, L.: „Off-Grid Compressed Sensing for GMTI using SAR Images", CoSeRa

2013, Bonn, Germany

Ribalta, A.; Gonzales-Huici, M.: „Backprojection algorithm for subsurface radar imaging: Computing the round-trip time delay", IGARSS 2013, Melbourne, Australia

Schulz, C.; Baer, C.; Pohl, N.; Musch, T.; Will, B.; Rolfes, I.: „A Multi Directional Dielectric Lens Approach for Antennas Used in Industrial RADAR Applications", International Workshop on Antenna Technology (iWAT), Karlsruhe, Germany

Schulz, C.; Baer, C.; Pohl, N.; Musch, T.; Will, B.; Rolfes, I.: „Characterization of a Beam Steering Lens Antenna for Industrial Radar Measurements in Harsh Environments", 10th European Radar Conference (EuRAD), Nuremberg, Germany

Stanko, S.; Caris, M.; Wahlen, A.; Sommer, R.; Wilcke, J.; Leuther, A.; Tessmann, A.: „Millimeter Resolution with Radar at Lower Terahertz", IRS - Inter-

national Radar Symposium
2013, Dresden, Germany

Stanko, S.; Johannes, W.;
Sommer, R.; Wahlen, A.: „A
Miniaturizes Millimeterwave
SAR SUMATRA“, IRS - Inter-
national Radar Symposium
2013, Dresden, Germany

Utzmann, J.; Wagner, A.;
Blanchet, G.; Vial, S.; Fern-
andez Sánchez, J.; Garcia
Espinosa, J.R.; Agueda
Maté, A.; Bartsch, G.;
Schildknecht, T.; Fletcher,
E.; Martin, L.; Lindman, N.;
Moulin, S.: „Architectural
Design for a European SST
System“, 6th European
Conference on Space Debris,
Darmstadt, Germany

Vaupel, T.: „Efficient Integral
Equation Characterization
of Substrate Integrated
Waveguide Components“,
European Conference on
Antennas and Propagation
(EuCAP), Gothenburg,
Sweden

Vaupel, T.: „Convergence
Investigations of Branch
Cut Integrals Occuring in a
modified TSMFM Fast Integral

Equation Solver“, IEEE Int.
Symposium on Antennas
and Propagation, Orlando,
Florida, USA

Walterscheid, I.; Brenner,
A.: „Multistatic and
multi-aspect SAR data
acquisition to improve image
interpretation“, IGARSS
2013, Melbourne, Australia

Walterscheid, I.; Papke, B.:
„Bistatic forward-looking SAR
imaging of a runway using a
compact receiver on board an
ultralight aircraft“, IRS - In-
ternational Radar Symposium
2013, Dresden, Germany

Weinmann, F.: „SBR Ray
Tracing for Rough Surfaces
in Outdoor Environments
Using a Stochastic Scattering
Model“, 29th International
Review of Progress in Applied
Computational Electroma-
gnetics (ACES), Monterey,
Canada

Weinmann, F.; Knott, P.;
Vaupel T.: „EM Simulation
of Installed Antenna Perfor-
mance on Land, Aerial and
Maritime Vehicles“, IEEE
Antennas and Propagation

International Symposium
(AP-S), Orlando, Florida, USA,
July 2013

WeiB. M.: „Distributed
Sensor Networks“, NATO
SET-191 Lecture Series,
Rome (Italy), London (United
Kingdom), Barcelona (Spain),
Wachtberg (Germany)

WeiB. M.: „Compressive
Sensing for Multi Sensor
Networks“, NATO SET-191
Lecture Series, Rome (Italy),
London (United Kingdom),
Barcelona (Spain), Wachtberg
(Germany)

WeiB. M.: „Compressive
Sensing for Multi Sensor
Systems“, 3rd Workshop
SONDRA, La Londe-lès-
Maures, France

Sonstige Vorträge auf wissenschaftlichen Veranstaltungen

Cerutti-Maori, D.: „Workshop SAR imaging“, Summer School, Wachtberg Germany, July 2013

Cristallini, D.: „Workshop SAR imaging“, Summer School, Wachtberg Germany, July 2013

Ender, J.: „Workshop: Progress in Phased-Array Radar Applications“, European Microwave Week, Nürnberg, Oktober 2013

Ender, J.: „A Compressive Sensing approach to the Fusion of PCL (and DF) Systems“, CoSeRa, Bonn, September 2013

Ender, J.: „3. Radar Technologie Symposium: Status – Strategien – Trends“, Bonn, January 2013

Ender, J.: „New Developments of Radar Technologies at Fraunhofer FHR“, TU Ilmenau, January 2013

Ender, J.: „Compressed Sensing Applied to Radar“, Uni Erlangen, January 2013

Ender, J.: „Quo Vadis, Radar? Neue Möglichkeiten zur Exploration mit Radar“, TU Chemnitz, February 2013

Ender, J.: „Quo Vadis, Radar? New possibilities for the exploration with radar“, TU München, March 2013

Ender, J.: „Compressed Sensing Applied to Radar“, Summerschool, July 2013

Ender, J.: „A Compressive Sensing approach to Sensor Fusion – Using the Example of PCL Sensors“, FHR Kolloquium, June 2013

Ender, J.: „Innovative Radarverfahren: MIMO, CS, SSI Radar und deren Kombinationen“, Beirat ZESS, October 2013

Hasenaecker, G.; Pohl, N.; Musch, T.: „Frequency Synthesis for High Precision Wideband Millimeter Wave Radar Systems Using a SiGe Bipolar Chip in Workshop Notes“, 2013 IEEE International Microwave Symposium (IMS), Seattle, USA, Jun. 2-7, 2013

Klare, J.: „Workshop SAR imaging“, Summer School, Wachtberg Germany, July 2013

Kuschel, H.: „FHR Research: PARASOL and PCL in Europe“, Passive Radar Workshop, Melbourne Australia, January 2013

Kuschel, H.: „Tutorial on passive radar“, International Radar Conference, Ottawa Canada, May 2013

Löcker, C.; Bertuch, T.; P. Rodriguez-Ulibarri, P.; Martel, C.; Crépin, T.; Gabard, B.; Boust, F.; Beruete, M.; Dousset, T.; Martinaud, J. P.; Illescas, J. M.; Estévez, A.; Maci, S.: „Blind Spot Suppression in Phased Array Using Metamaterial Surfac-

es“, 3rd SONDRRA Workshop, Hyères-La Londe les Maures France, June 2013

Nüßler, D.; Hommes, A.: „Hochfrequenzsensoren in der Lebensmittelkontrolle“, 1. Fachseminar – Mikrowellen- und Terahertz-Prüftechnik in der Praxis, München, März 2013

Nüßler, D.: „Wiederverwendung schwarzer Kunststoffe“, Fraunhofer-Symposium „Netzwerk“, München, Dezember 2013

O’Hagan, D.: „FHR tutorial“, Passive Radar Workshop, Melbourne Australia, January 2013

Patzelt, T.: „Space Reconnaissance by Means of Radar“, Fundamentals of Space Situational Awareness 2013, Hamburg Germany, October 2013

Pohl, N.: „A VCO-Based Frequency Synthesis in SiGe for mmWave Radar Systems in Workshop Notes“, IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium (RFIC),

Seattle, USA, June 2-4, 2013

Sonstige Veröffentlichungen

Pohl, N.: „Integrierte SiGe Schaltungen für die breitbandige Radar-Messtechnik“, FHR Kolloquium Juli 2013

Kuschel, H.: „Lichtschalter für Warnleuchten“, Erneuerbare Energien - Das Magazin, Vol. 8, p. 30, August 2013

Rosebrock, J.: „Techniques for Radar Based Imaging of Satellites“, Fundamentals of Space Situational Awareness 2013, Hamburg Germany, November 2013

Vaupel, T.: „Efficient Characterization of Combined Microstrip/Substrate Integrated Waveguide Structures and Antennas in the mm-Wave Region“, COST IC1102 WG3/SWG3.1 5th WG Meeting & Technical Workshop, Gent Belgium, September 2013

GREMIENTÄTIGKEITEN

Bartsch, G.

- Forum Luft- und Raumfahrt (FLR) e.V., Expert on SSA
- Carl-Cranz-Gesellschaft (CCG), Seminar Coordinator
- Clausewitz-Gesellschaft / Führungsakademie der Bundeswehr, Expert on SSA
- Deutsche Gesellschaft für Wehrtechnik e.V. (DWT), Expert on SSA
- Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress DLRK2013, Session Coordinator
- DGLR Fachausschuss 2.6 „Umweltaspekte der Raumfahrt“, Member
- DGLR-Fachausschuss 2.5 „Sicherheit und Verteidigung“, Founding Member
- EDA's CapTech Networks of Experts, Member
- Interessengemeinschaft Deutsche Luftwaffe (IDLw) e.V., Expert on SSA

Bieker, T.

- Advanced Analysis and Recognition of Radar Signatures for Non Cooperative Air Target Identification (NATO SET-112), Member

Brenner, A.

- Stellvertretende Leitung des FA Radartechnik der DGON bzw. FA 7.4 Ortung der ITG, Member

Cerutti-Maori, D.

- Maritime Radar Surface Surveillance Techniques and the High Grazing Angle Challenge (NATO SET-185), Member

Danklmayer, A.

- Technical Program Committee GeMiC, Member
- Technical program committee APSAR 2013 (Asia Pacific SAR), Conference Member
- Technical Program Committee EUSAR, Member
- Technical Program Committee IGARSS 2013, Member
- VDE ITG Fachausschuss 7.5 Wellenausbreitung, Appointed Member

Ender, J.

- CoSeRa 2013, Bonn: Co-Chairman
- EuRad 2013: Technical Program Committee
- Future Security 2013: Programm Komitee Mitglied
- Institut für Sicherheitsforschung der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg: Kuratoriumsmitglied
- IRS 2013: Technical Program Committee
- Mitglied des IMA (Institut für Mikrowellen- und Antennentechnik e. V.)
- Mitglied im Rat der DGON (Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation)
- Fellow des IEEE (Institute of Electrical Electronics Engineers)
- VDI-ITG Fachbereich 7: Fachbereichsleiter Hochfrequenztechnik
- Vice Coordinator der Forschungsschule MOSES, ZESS, Universität Siegen

Klare, J.

- Dynamic Waveform Diversity and Design (NATO SET-179), Member
- EuRAD Technical Programme Committee, Member

Knott, P.

- 7.1 Antennen der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG), Member
- Capability Technology Area (CapTech) IAP2 - RF Sensor Systems & Signal Processing Panel, European Defence Agency (EDA), CapTech Governmental Expert (CGE)
- European Association on Antennas and Propagation (EurAAP), Regional Delegate (Proxy)
- Executive Committee (Vorstand) des IEEE Microwave Theory and Techniques (MTT) / Antennas and Propagation (AP), Joint Chapter Vice-Chair
- ICT COST Action IC1102 Versatile, Integrated, and Signal-aware Technologies for Antennas (VISTA), Member

Kuschel, H.

- DMPAR verification of short term solution (NATO SET-195), Chairman

Letsch, K.

- Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC), Regional Delegate in der Working Group 1 (Measurements)

Leushacke, L.

- Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC), Regional Delegate in der Working Group 1 (Measurements)
- Programmkomitee der 6th European Conference on Space Debris, April 2013, Darmstadt, Member

Matthes, D.

- Coherent Electronic Attack to Advanced Radar Systems (SCI 252), Chairman

Nüßler, D:

- Konferenz zur Optische Charakterisierung von Materialien (OCM 2013): Technical program committee
- Fraunhofer-Allianz Vision: Vertreter des FHR

O'Hagan, D.

- Advanced Modelling and System Application for Passive Sensors (NATO SET-164), Chairman

Pohl, N.

- VDE ITG Fachausschuss 7.3 Mikrowellentechnik, Member
- IEEE MTT Technical Committee MTT-16, Microwave Systems, Member
- European Microwave Week 2013, Member of the Local Organising Committee
- URSI, Kommission A, Elektromagnetische Metrologie, Member
- IEEE BCTM, Technical Program Committee, Member of the Wireless Subcommittee

Schiller, J.

- Advanced Analysis and Recognition of Radar Signatures for Non Cooperative Air Target Identification (NATO SET-112), Member

Schumacher, R.

- Effective Solutions for the Radar ATR Multi-Parameter Problem (NATO SET-163), Member

ANHANG

GREMIENTÄTIGKEITEN

Uschkerat, U.

- Advanced Analysis and Recognition of Radar Signatures for Non Cooperative Air Target Identification (NATO SET-112), Member
- Detection and Neutralization of Rout Threat (SCI 193), Member

Weinmann, F.:

- NATO SET-200 RTG112 on "Electromagnetic Scattering Analysis of Jet Engine Inlets for Aircraft NCTI Purposes", Member

Weiß, M.

- EUSAR, EUSAR-Executive, Board-Mitglied
- IET Signal Processing, Editorial Board

Worms, J.:

- Electronic Warfare against Low Power Radars (SCI 221), Member



AUSZEICHNUNGEN

Auszeichnungen

Ender, J. H. G.: Ernennung zum IEEE-Fellow

Matthes, D.: "STO Scientific Achievement Award" der NATO
Science & Technology Organization

Pohl, N.: Karl-Arnold-Preis der Nordrhein-Westfälischen
Akademie der Wissenschaften und der Künste.

VERANSTALTUNGEN

Tagungsorganisation

„Wachtberg-Forum“, 4. Juli 2013, Wachtberg

„5th International Summer School on Radar / SAR“, 12. - 19. Juli 2013, Remagen

„2nd International Workshop on Compressed Sensing applied to Radar“, 17. - 19. September 2013, Bonn

„7. Deutsch-Schweizerischer Forschungsworkshop zu Aufklärung und Überwachung“, 11.-12. November 2013, Bad Neuenahr-Ahrweiler

Beteiligung an Messen und Fachausstellungen

Messestand beim „1. Fachseminar Mikrowellen- und Terahertz-Prüftechnik in der Praxis“ der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., 6. März 2013, München

Beteiligung am Gemeinschaftsstand der Wissenschaftsregion Bonn bei der „Hannover Messe Industrie (HMI)“ vom 8. - 12. April 2013, Hannover

Messestand bei der Firmenkontaktmesse „Campus & Praxis“ der Fachhochschule Koblenz, 23. April 2013, Koblenz

Beteiligung am Gemeinschaftsstand von Fraunhofer Vision bei der Messe „Control“, 14. - 17. Mai 2013, Stuttgart

Mitaussteller auf dem Stand der Spinner AG bei der „International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz)“, 2.-5. September, Mainz

Mitaussteller bei der Konferenz „Future Security“, Berlin, 17. - 19. September 2013

Gemeinsamer Messestand mit Fraunhofer IAF bei der „European Microwave Week“, 7. - 11. Oktober 2013, Nürnberg

Messestand beim „Unternehmenstag“ der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, 13. November 2013, St. Augustin

Beteiligung am Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft beim "Absolventenkongress Deutschland", 27. - 28. November 2013, Köln

PRESSESPIEGEL

Datum	Titel	Medium
22.01.2013	Neues Fraunhofer-Zentrum	Welt online
23.01.2013	Neues Fluggerät - Land fördert Entwicklung	Speyerer Rundschau
23.01.2013	Remagen bekommt Fraunhofer-Zentrum	Rhein-Zeitung
23.01.2013	Neues Fluggerät: Land fördert Entwicklung	Die Rheinpfalz
25.01.2013	Neues Fraunhoferzentrum in Remagen offiziell eingeweiht	dpa.de
26.01.2013	Campus Remagen kooperiert mit Fraunhofer-Institut	Generalanzeiger
29.01.2013	Mit dem Tragschrauber auf Erkundungsflug	Blick Aktuell online
30.01.2013	Enge Zusammenarbeit mit Fraunhofer-Gesellschaft	Generalanzeiger online
06.02.2013	Schaden für die deutsche Wissenschaft?	DW Online
04.04.2013	Bonn und die Region werben gemeinsam	Generalanzeiger
04.04.2013	97. AFCEA-Fachveranstaltung	Behörden Spiegel
08.04.2013	Region mit Stand bei der Industriemesse	Bonner Rundschau
12.04.2013	Mit Terahertz-Technologie dem Terrorismus das Handwerk legen	Crisis Prevention
16.04.2013	Aussichtspunkt bei Werthhoven	Bonner Rundschau
22.04.2013	Experten beraten über Beseitigung von Weltraumschrott	ARD Tagesthemen
24.04.2013	Die Radar-Revolution	P.M. Magazin
10.05.2013	46 angehende Ingenieure besuchten die Hannovermesse	Rhein-Zeitung
14.05.2013	Karl Arnold-Preis für Physiker Nils Pohl	Focus Online
14.05.2013	Karl Arnold-Preis für Physiker Nils Pohl	dpa
14.05.2013	Karl Arnold-Preis für Physiker Nils Pohl	Bild.de
14.05.2013	Karl Arnold-Preis für Physiker Nils Pohl	Aachener-Zeitung
17.05.2013	Nils Pohl erhält Karl-Arnold Preis 2013	Westdeutsche Allgemei-ne
17.05.2013	10000 Euro-Preis für RUB-Professor	Ruhr Nachrichten
17.05.2013	Karl Arnold Preis der NRW-Akademie	Rheinische Post
22.05.2013	Karl Arnold Preis 2013 ging an Prof. Nils Pohl	Kölnische Rundschau
22.05.2013	Karl Arnold Preis 2013 ging an Prof. Nils Pohl	Bonner Rundschau
06.06.2013	Spannende Vermessungen im Weltall	General-Anzeiger
27.06.2013	Wissenschaftspreis für Prof. Nils Pohl	Produktion.de
02.07.2013	Quarks & Caspers: Müll - 7 Dinge, die Sie wissen sollten	WDR Fernsehen
19.07.2013	Sommerschule erforscht das Radar	Rhein Zeitung

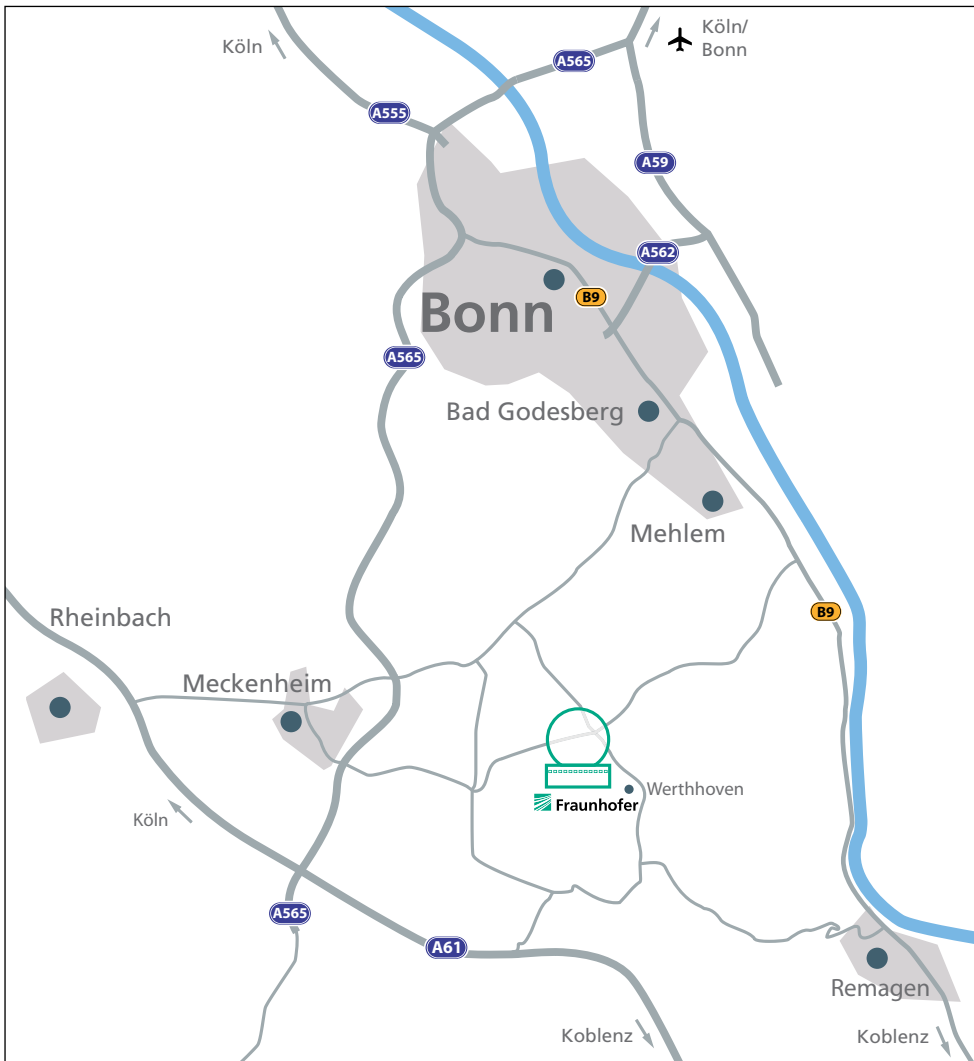
Datum	Titel	Medium
02.08.2013	Lichtschalter für Warnleuchte	Erneuerbare Energien
03.08.2013	Express erklärt's: Was ist eigentlich in diesem Golfball?	Express
21.08.2013	Viele Felder und ein Namenstausch	Generalanzeiger
01.09.2013	Deployable Multiband Passive/Active Radar for Air Defence (DMPAR)	IEEE Magazine
02.09.2013	Hightech-Radar erhöht Sicherheit auf den Meeren	Elektronik Praxis
09.09.2013	Mit Strahlenschwenkantennen zum Hightech-Radar	Springer für Professionals
16.09.2013	Neues Radar erkennt Piraten	Stader Tageblatt
12.10.2013	Intelligentes Schiffsradar warnt vor Piraten	Magdeburger Volksstim-me
18.10.2013	Neues Hightechradar verspricht besseren Schutz vor Piraten	VDI Nachrichten
22.10.2013	Lob für soziales Engagement	Bonner Rundschau
26.10.2013	Künftige Ingenieure setzen Wissen um	Rhein Zeitung

ANFAHRT



ANFAHRT

Das Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR befindet sich im Süden von Nordrhein-Westfalen, auf der Höhe des Wachtbergs nahe Bonn-Bad Godesberg.



Hausanschrift:

Fraunhofer FHR
Fraunhoferstr.20
53343 Wachtberg

Tel. +49 228 9435-227
info@fhr.fraunhofer.de
www.fhr.fraunhofer.de

GPS-Koordinaten:
50°37.050' N
07°07.917' E

Anreise mit dem Auto

über die Autobahn A565 zur Ausfahrt 11 „Meckenheim-Merl“, danach der Beschilderung folgen, für andere Routen siehe Karte.

Anreise mit der Bahn

bis Remagen, Bad Godesberg oder Bonn Hbf., dann Taxi (ca. 10 km, 11 km bzw. 25 km) oder Bus (siehe rechts).

Anreise mit dem Flugzeug

bis Flughafen Köln/Bonn, anschließend mit Shuttle-Bus nach Bonn Hbf. und dann mit Bahn oder Taxi (ca. 25 km) oder mit Taxi direkt vom Flughafen (ca. 50 km).

Anreise mit dem Bus ab Bad Godesberg

Linien 856, 857 von Bad Godesberg (Bahnhof) bis Berkum ZOB, Busse verkehren in der Regel stündlich.

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik
und Radartechnik FHR
Fraunhoferstr. 20
53343 Wachtberg

Tel.: +49 (0)228 9435-227
Fax: +49 (0)228 9435-627
info@fhr.fraunhofer.de
www.fhr.fraunhofer.de

Bilder

© Fraunhofer FHR, außer:
Titelbild: © Uwe Bellhäuser
S. 3, S. 16, S. 17, S. 21, S. 33, S. 45 Abb. 2, S. 49, S. 52,
S. 53, S. 55, S. 58, S. 59 Abb. 2, S. 60, S. 61, S. 62, S. 63,
S. 65, S. 71 Abb. 1: © Uwe Bellhäuser
S. 6, S. 104: © Patrik Holland-Moritz
S. 10, S. 11 außer Bongartz: © Uwe Bellhäuser
S. 14: © Florian Behner/Universität Siegen
S. 18, S. 19, S. 44: © Bundeswehr/Mediendatenbank
S. 34: © NASA
S. 38, S. 39, S. 46, S. 47, S. 56, S. 67 Abb. 2,
S. 69 Abb. 1: © Shutterstock
S. 67 Abb. 1: © Fraunhofer IVV, 2013
S. 72: © Dirk Borhart / AWK
S. 75 Abb. 2: © NATO STO
S. 76: © Hans-Jürgen Vollrath

Alle Rechte vorbehalten.
Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung der
Redaktion.

Wachtberg, Mai 2014

Redaktion

Dipl.-Volksw. Jens Fiege (Leitung)
M.Sc. Hanne Bendel
Prof. Dr.-Ing. Joachim Ender

Layout und Satz

B.A. Jacqueline Reinders
Dipl.-Volksw. Jens Fiege

Social Media



Twitter
http://www.twitter.com/Fraunhofer_FHR



Facebook
<http://www.facebook.com/Fraunhofer.FHR>

